

Attorney Docket No. 1344.1125

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:

Yuichi AKIYAMA et al.

Application No.: TBA

Group Art Unit: TBA

Filed: September 16, 2003

Examiner: TBA

For: METHOD OF MONITORING OPTICAL SIGNAL TO NOISE RATIO AND OPTICAL
TRANSMISSION SYSTEM USING THE SAME

SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN
APPLICATION IN ACCORDANCE
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. § 1.55

Commissioner for Patents
PO Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. § 1.55, the applicant(s) submit(s)
herewith a certified copy of the following foreign application:

Japanese Patent Application No(s). 2002-273137

Filed: September 19, 2002

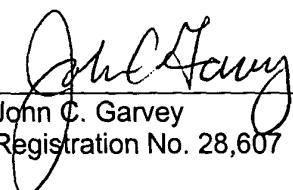
It is respectfully requested that the applicant(s) be given the benefit of the foreign filing
date(s) as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the
requirements of 35 U.S.C. § 119.

Respectfully submitted,

STAAS & HALSEY LLP

Date: 9-16-03

By:


John C. Garvey
Registration No. 28,607

1201 New York Ave, N.W., Suite 700
Washington, D.C. 20005
Telephone: (202) 434-1500
Facsimile: (202) 434-1501

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office

出願年月日
Date of Application: 2002年 9月19日

出願番号
Application Number: 特願2002-273137

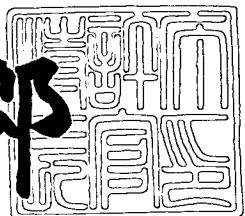
[ST.10/C]: [JP2002-273137]

出願人
Applicant(s): 富士通株式会社

2003年 1月31日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3002539

【書類名】 特許願
【整理番号】 0251130
【提出日】 平成14年 9月19日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H04B 10/02
【発明の名称】 光信号対雑音比のモニタ方法およびそれを用いた光伝送
システム
【請求項の数】 5
【発明者】
【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通
株式会社内
【氏名】 秋山 祐一
【発明者】
【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通
株式会社内
【氏名】 寺原 隆文
【特許出願人】
【識別番号】 000005223
【氏名又は名称】 富士通株式会社
【代理人】
【識別番号】 100078330
【弁理士】
【氏名又は名称】 笹島 富二雄
【電話番号】 03-3508-9577
【手数料の表示】
【予納台帳番号】 009232
【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
【物件名】 明細書 1

特2002-273137

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9719433

【ブルーフの要否】 要

【書類名】明細書

【発明の名称】光信号対雑音比のモニタ方法およびそれを用いた光伝送システム

【特許請求の範囲】

【請求項1】

光伝送システムを伝送される光信号の偏光度を測定し、該偏光度の測定値に基づいて、前記光信号の光信号対雑音比を判断することを特徴とする光信号対雑音比のモニタ方法。

【請求項2】

光送信装置から光伝送路を介して光受信装置に光信号を伝送する光伝送システムにおいて、

前記光信号の偏光度を測定する偏光度測定部と、
該偏光度測定部で取得される偏光度の測定値に基づいて、前記光信号の光信号対雑音比を判断する光信号対雑音比演算部と、

を備えて構成されたことを特徴とする光伝送システム。

【請求項3】

請求項2に記載の光伝送システムであって、

波長の異なる複数の光信号を含んだ波長多重光が伝送されるとき、
前記偏光度測定部は、前記波長多重光に含まれる各波長の光信号の偏光度をそれぞれ測定し、

前記光信号対雑音比演算部は、前記偏光度測定部で取得される偏光度の測定値に基づいて、各波長に対応した光信号対雑音比を判断することを特徴とする光伝送システム。

【請求項4】

請求項2に記載の光伝送システムであって、

前記光信号に発生した偏波モード分散を補償する偏波モード分散補償器と、該偏波モード分散補償器で偏波モード分散が補償された光信号の偏光度を測定する偏光度測定器と、該偏光度測定器の測定結果に基づいて前記偏波モード分散補償器における補償量を制御する制御回路と、を有する自動偏波モード分散補償装置を備えるとき、

前記光信号対雑音比演算部は、前記偏光度測定部に代えて前記自動偏波モード分散補償装置の偏光度測定器で取得される偏光度の測定値に基づいて、前記光信号の光信号対雑音比を判断することを特徴とする光伝送システム。

【請求項5】

請求項2に記載の光伝送システムであって、

前記光信号対雑音比演算部で判断される光信号対雑音比に基づいて、前記光受信装置で受信される光信号の光信号対雑音比が予め設定した値となるように、前記光送信装置から出力される光信号のパワーを制御する制御部を備えたことを特徴とする光伝送システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光伝送システムにおける光信号対雑音比のモニタ技術に関し、特に、光信号の偏光度に基づいて光信号対雑音比をモニタする方法およびそれを用いた光伝送システムに関する。

【0002】

【従来の技術】

現在、 10 G b/s （ギガビット/秒）の光波長分割多重伝送システムの実用化が開始されているが、近年の急激なネットワーク利用の増加により、さらなるネットワークの大容量化および超長距離化の要求が高まっていて、1波長あたりの伝送速度が 40 G b/s 以上の光波長分割多重伝送システムの研究開発が国内外で活発に行われている。このような 40 G b/s 以上の超長距離光伝送システムを実現するためには、光信号対雑音比（以下、光S N Rとする）の確保とその安定性の向上とが重要になる。具体的に、例えば 40 G b/s 伝送での光S N Rは、 10 G b/s 伝送での光S N Rに対して 6 dB 劣化するなどというように、1波長あたりの伝送速度が 40 G b/s 以上の光伝送システムにおいては、 10 G b/s の光伝送システムと比較して原理的に光S N Rが劣化するため、超長距離光伝送の実現には高い光S N Rの確保が必須となる。

【0003】

一般に、光伝送システム全体で所要の光S N Rを確保するためには、例えば、送信端局の光出力パワー（すなわち、光伝送路への光入力パワー）を自己位相変調（Self Phase Modulation : S P M）効果による波形劣化が生じない範囲で高く設定する、送信端局の構成を工夫する、または、中継ノードにラマン増幅器を適用するなどといった様々な技術の導入が有効であり、40 G b / s 以上の光伝送システムへの導入の検討が活発になされている。

【0004】

しかし、上記のような技術を導入したとしても、40 G b / s 以上の光伝送システムでは、要求される光S N Rに対して余裕が少ないため、システム稼動時に高い光S N Rを確保し、かつ、それを安定に保つための光S N Rのモニタ技術が重要になる。従来の光伝送システム内において光S N Rをモニタするための手段としては、例えばスペクトルアナライザユニット（S A U）等が利用されている。

【0005】

ところで、40 G b / s 以上の光伝送システムにおいて伝送距離を制限する要因の1つとして、偏波モード分散（Polarization-mode Dispersion : 以下、P M Dとする）がある。このP M Dは、伝送路ファイバのコア形状がわずかに楕円化しているために、2つの直交偏波モード成分間に群遅延差を生じ、波形劣化を引き起こす現象である。具体的に、主に海外等に敷設された古いファイバには、単位長さ当たり $0.5 \sim 2 \text{ p s} / \sqrt{\text{km}}$ を超える大きなP M D値をもつと言われているものもあり、40 G b / s の光伝送における伝送距離は、最悪P M D値を平均の3倍と仮定すると、3~50 km程度に制限される。

【0006】

このような伝送路環境において、40 G b / s 以上の光信号の長距離伝送を実現するには、発生するP M Dが温度やストレス等の伝送路環境の変化に応じて経時的に変動するため、システム運用中に光信号の偏光状態をモニタしてP M Dの補償を動的に行うことが必要となり、これに対応したP M D補償技術が提案されている（例えば、特許文献1参照）。

【0007】

【特許文献1】

特開2002-16548号公報

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、前述したような光伝送システム内で光S N Rをモニタするため用いられるスペクトルアナライザユニットは、その小型化および低コスト化を図るために光信号のパワー検出に絞られた機能のみを持つ場合が多く、光S N Rを高い精度でモニタすることが要求される40G b/s以上の光伝送ではその測定精度に問題がある。また、動的なPMD補償を行うことを考慮すると、上記のスペクトルアナライザユニットに加えて、光信号の偏光状態をモニタするためのユニットを設ける必要があり、システム構成の複雑化および高コスト化を招くことになる。

【0009】

本発明は上記の点に着目してなされたもので、超高速な光伝送システムにおける光S N Rを高い精度で測定することのできるモニタ方法を実現することを目的とし、また、そのモニタ方法を用いることにより高い光S N Rを安定して確保することのできる光伝送システムを提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するため、本発明にかかる光S N Rのモニタ方法は、光伝送システムを伝送される光信号の偏光度 (Degree Of Polarization: D O P) を測定し、その測定した偏光度に基づいて伝送光の光S N Rを判断することを特徴とする。

【0011】

上記の偏光度とは、光がどの程度偏光しているかを示す値であって、光信号パワーの総平均に占める偏光成分のパワーの割合を%で示したものであり、具体的には、次の(1)式で表すことができる。

【0012】

【数1】

$$DOP(\%) = \frac{\text{偏光された出力}}{\text{総出力}} \times 100\% \dots (1)$$

【0013】

光伝送システムを伝送される光信号の偏光度は、その光信号の光S N Rに対応して変化するため、偏光度の測定値の変化量に応じて光S N Rの変化量を判断することが可能となる。このように伝送光の偏光度に基づいて光S N Rを判断することによって、伝送光の光S N Rを高い精度でモニタすることができるようになる。

【0014】

本発明の光伝送システムは、光送信装置から光伝送路を介して光受信装置に光信号を伝送するシステムにおいて、前記光信号の偏光度を測定する偏光度測定部と、該偏光度測定部で取得される偏光度の測定値に基づいて、前記光信号の光S N Rを判断する光S N R演算部と、を備えて構成されるものである。

かかる構成では、光送信装置から光伝送路を介して光受信装置に伝送される光信号の偏光度が偏光度測定部によって測定され、その測定値に基づいて当該光信号の光S N Rが光S N R演算部によって高い精度で判断されるようになる。

【0015】

また、上記の光伝送システムが自動偏波モード分散補償装置を備える場合には、前記偏光度測定部で測定される偏光度に代えて、自動偏波モード分散補償装置内の偏光度測定器により測定される偏光度を基に光信号の光S N Rをモニタするようにしてよい。このような構成によれば、偏波モード分散の自動補償のため用意された偏光度測定器を光S N Rのモニタに利用することができるため、システム構成の簡略化および低コスト化を図ることが可能になる。

【0016】

さらに、上記の光伝送システムについては、光S N R演算部で判断した光S N Rに基づいて、光受信装置で受信される光信号の光S N Rが予め設定した値とな

るよう、光送信装置から出力される光信号のパワーを制御する制御部を備えるようにしてもよい。このような制御部を設けることにより、光受信装置で受信される光信号について所要の光S N Rを安定して確保することが可能になる。

【0017】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

図1は、本発明にかかる光S N Rのモニタ方法を適用した光伝送システムの第1実施形態を示す構成図である。

図1に示すシステムは、例えば、光送信装置1および光受信装置2と、それらの間を接続する光伝送路3と、光伝送路3を伝搬して光受信装置2に送られる光信号の光S N Rをモニタするための光S N Rモニタ装置10と、を備えて構成される。また、光S N Rモニタ装置10は、例えば、光伝送路3を伝搬する光信号の一部をモニタ光として分岐する光カプラ11と、光カプラ11で分岐したモニタ光の偏光度を測定するDOP測定器12と、DOP測定器12で測定した偏光度に基づいて光信号の光S N Rを判断する光S N R演算回路13と、を有する。

【0018】

図2は、上記のDOP測定器12の具体的な構成例とその測定方式を説明する図である。

図2に示すDOP測定器12は、光カプラ11で分岐されたモニタ光をミラー12Aを使って反射させることにより4つの光 m_1 , m_2 , m_3 , m_4 に分岐し、各光 $m_1 \sim m_4$ を偏光板12B₁, 12B₂, 12B₃または波長板12Cを介して受光器12D₁, 12D₂, 12D₃, 12D₄に送り、各々の光パワー $P_1 \sim P_4$ を検出して偏光度を測定する構成である。具体的に、ここではミラー12Aで反射された光 m_1 は、主軸の角度が0°の偏光板12B₁を通って受光器12D₁で受光されて当該パワー P_1 が測定され、光 m_2 は、主軸の角度が45°の偏光板12B₂を通って受光器12D₂で受光されて当該パワー P_2 が測定される。また、光 m_3 は、λ/4板12Cおよび主軸の角度が135°の偏光板12B₃を順に通って受光器12D₃で受光されて当該パワー P_3 が測定され、光 m_4 は、直接受光器12D₄で受光されて当該パワー P_4 が測定される。

【0019】

各受光器12D₁～12D₄で測定された光パワーP₁～P₄は、図2の右側に示すように、光信号の偏光状態を記述するストークスパラメータS₀～S₃に変換される。ここで、S₀は全パワー、S₁は水平と垂直の直線偏光成分のパワー差、S₂は+45°と-45°の直線偏光成分のパワー差、S₃は右回りと左回りの円偏光成分のパワー差である。そして、上記のようなストークスパラメータS₀～S₃を用いて、次の(2)式に従い光信号の偏光度が求められる。

【0020】

【数2】

$$DOP = \frac{\sqrt{(S_1^2 + S_2^2 + S_3^2)}}{S_0} \dots (2)$$

【0021】

なお、ここでは図2に示したようなモニタ構成の一例を示したが、本発明に適用可能なDOP測定器の構成はこれに限られるものではない。例えば、DOP測定器の他の構成として、文献：宮腰泰平、外3名、「偏波解析モジュールの波長依存性に関する検討」，2001年電子情報通信学会総大会，B-10-95に示された構成を適用することも可能であり、この構成によればモニタの小型化と測定の高精度化を図ることができるようになる。

【0022】

光SNR演算回路13は、上記のDOP測定器12で測定された偏光度を用いて、後述するような偏光度と光SNRの関係を基に光伝送路3を伝搬した光信号の光SNRを演算し、その結果を示す信号を外部等に出力する。

ここで、一般的な光伝送システムにおいて光送受信装置間を伝送される光信号の偏光度と光SNRの関係について詳しく説明する。

【0023】

信号光は光送信装置から直線偏光で出力され光ファイバで伝送される。この光ファイバは長さ方向におけるコアの構造的な歪みや材料の不均一により、直線偏

光を所定の偏光状態の光に変換する。理想的に、所定の偏光状態に偏光が固定されていれば、偏光度は100%となる。

一方、ノイズとなる光は、伝送路となる光ファイバの中間に設けた光増幅器から発生する自然放出光（A S E光）が支配的で、無偏光な光である。

【0024】

ここで、信号光は特定の偏光状態を持つ光とし、ノイズ光は無偏光な光と定義して、特定の波長 λ_X の光に着目して、図3のスペクトル図を見てみる。なお、図3の（A）は光S N Rが良い状態の一例を示しており、（B）は光S N Rが悪い状態を示している。また、図中の p_0 は波長 λ_X の光の全パワーを示し、 p_S は特定の偏光状態を持つ光のパワーを示し、 p_N は無偏光な光（ノイズ光）のパワーを示している。

【0025】

図3の（A）に示した光S N Rが良い状態では、無偏光の光パワー p_N が小さく、特定の偏光状態の光パワー p_S が大きくなる。このような波長 λ_X の光を図2のシステムで検出すると、波長 λ_X の光の全パワー S_0 は p_0 となり、それから無偏光の光パワー p_N を引いた分が特定の偏光状態の光パワー成分、すなわち、 P_S に応じて偏光度が求められる。

【0026】

図3の（B）に示した光S N Rが悪い状態では、上記（A）の良い状態のときと比べて、無偏光の光パワー p_N が大きく、特定の偏光状態の光パワー p_S が小さくなる。このため、図2のシステムで求められる偏光度は、光S N Rが良い状態のときの値よりも小さくなる。

すなわち、ノイズ光のパワーが大きくなり光S N Rが劣化すると偏光度は小さくなる。よって、偏光度を計測することで光S N Rも計測することが可能になる。

【0027】

図4は、偏光度の経時的な変化の様子を模式的に表した説明図であって、（A）は伝送光に信号成分がなく、伝送路上に光増幅器が配置されている場合に発生するA S E光などの雑音成分のみが伝送される場合、（B）は伝送光に信号成分

が含まれる場合を示したものである。なお、図中の矢印の方向は伝送光の偏光方向に対応している。

【0028】

図4（A）に示すように、雑音成分のみが伝送される場合には、伝送光は無偏光状態になるため、その偏光度は0%となる。これに対して、図4（B）に示すように、偏光状態の揃った光信号が伝送される場合には、伝送後の光信号の偏光度は、時間の経過に伴って、光S N Rの変化による影響を受けて劣化するようになる。ここでは、システム導入時の伝送光の偏光度をX%として初期状態とし、ある時間Tが経過した後の偏光度がY%（X>Y）に劣化したとすると、初期状態からの劣化分（X-Y）%が、光S N Rの変化分に対応するようになるため、時間Tでの光S N Rを上記の（X-Y）%を基に判断することが可能となる。なお、伝送光が受けける波長分散については、偏光度に影響を及ぼさないことが知られている。

【0029】

また、偏波モード分散（PMD）の影響を考慮した場合の偏光度と光S N Rの関係は、例えば図5に示すようになる。すなわち、上記の場合と同様に初期状態においてX%であった伝送光の偏光度は、偏波モード分散の補償を行わない場合、時間の経過に伴って、光S N Rの変化の影響および偏波モード分散の変化の影響をそれぞれ受けて、図5（A）に示すように劣化していく。これに対して、偏波モード分散の補償を行う場合には、システム稼動時に偏光度が常に最大となるように偏波モード分散の補償量がフィードバック制御されるため、図5（B）に示すような経時的な偏光度の劣化は、光S N Rの変化による影響のみを受けて生じることになる。したがって、伝送光の偏光度が初期状態のX%からある時間Tの経過後にY%に劣化したとすると、その劣化分（X-Y）%が光S N Rの変化分に対応するようになるため、時間Tでの光S N Rを（X-Y）%を基に判断することが可能となる。

【0030】

上記のような偏光度と光S N Rの関係に基づいて、具体的に、第1実施形態における光S N Rモニタ装置10では、光送信装置1から送信され光伝送路3を伝

搬した後の光信号の一部がモニタ光として光カプラ11により分岐され、測定器12によりモニタ光の偏光度が測定されて、その結果が光S N R演算回路13に伝えられる。光S N R演算回路13には、システム導入時における伝送光の偏光度の初期値X%が記憶されていて、D O P測定器12で測定された所要の時間における偏光度Y%を用いて偏光度の劣化分(X-Y)%が求められ、その劣化分(X-Y)%に応じて伝送後の光信号の光S N Rが判断される。

【0031】

このように第1実施形態によれば、伝送光の偏光度に基づいて光S N Rをモニタするようにしたことで、従来のように機能の限定されたスペクトルアナライザユニットを利用する場合に比べて、伝送光の光S N Rを高い精度でモニタすることが可能になる。

なお、上記の第1実施形態では、光伝送路3上に光中継器等が配置されていない無中継光伝送システムについて本発明にかかる光S N Rのモニタ方法を適用した一例を示したが、例えば図6に示すように、光伝送路3上に所要の間隔で光中継器4が配置された多中継光伝送システムについても本発明のモニタ方法を適用することが可能である。この場合、各中継区間に対応させて光S N Rモニタ装置10をそれぞれ設けることができ、各々の中継区間を伝送された光信号の光S N Rや全中継区間を伝送された光信号の光S N Rをモニタすることが可能になる。

【0032】

次に、本発明にかかる光S N Rのモニタ方法を適用した光伝送システムの第2実施形態について説明する。

図7は、第2実施形態の光伝送システムを示す構成図である。なお、上記第1実施形態の光伝送システムの構成と同様の部分には同じ符号を付してその説明を省略するものとし、以下、他の図面においても同様とする。

【0033】

図7に示す構成は、波長の異なる複数の光信号（ここではn波の光信号とする）を波長多重したWDM光が光送信装置1から光伝送路3を介して光受信装置2に伝送されるWDM光伝送システムについて本発明の光S N Rのモニタ方法を適用した一例を示すものである。

具体的に光送信装置1は、例えば、波長の異なるn波の光信号を発生する送信器(E/O)1A-1, 1A-2, … 1A-nと、各送信器1A-1～1A-nで発生した各々の波長の光信号を波長多重する合波器1Bと、合波器1Bから出力されるWDM光を所要のレベルまで増幅して光伝送路3に送信する光アンプ1Cと、を有する。

【0034】

また、光受信装置2は、光伝送路3を伝搬したWDM光を所要のレベルまで増幅する光アンプ2Aと、光アンプ2Aから出力されるWDM光を波長に応じて分離する分波器2Bと、分波器2Bで分離された各波長の光信号をそれぞれ受信する受信器(O/E)2C-1～2C-nと、を有し、各受信器2C-1～2C-nで受信される各々の光信号の光SNRをモニタするための光SNRモニタ装置10-1～10-nが、分波器2Bおよび各受信器2C-1～2C-nの間にそれぞれ挿入されている。各光SNRモニタ装置10-1～10-nは、前述した第1実施形態の場合と同様に、光カプラ11、DOP測定器12および光SNR演算回路13からなる。

【0035】

上記のような構成の光伝送システムでは、光伝送路3を伝搬した後のWDM光の各波長に対応した光信号について、各光SNRモニタ装置10-1～10-nにより、偏光度に基づいて各々の光SNRがそれぞれモニタされるようになる。これにより、WDM光伝送システムについても、前述した第1実施形態の場合と同様にして、各波長の光信号の光SNRを高い精度でモニタすることが可能になる。

【0036】

次に、本発明にかかる光SNRのモニタ方法を適用した光伝送システムの第3実施形態について説明する。

図8は、第3実施形態の光伝送システムを示す構成図である。

図8において、本光伝送システムの構成が前述の図7に示した第2実施形態の場合と異なる部分は、光受信装置2の各受信器2C-1～2C-nに対応させて光SNRモニタ装置10-1～10-nをそれぞれ設ける代わりに、光スイッチ

を利用することでDOP測定器12および光SNR演算回路13を各波長で共用化した光SNRモニタ装置10を設けるようにした部分である。

【0037】

具体的に、本実施形態の光SNRモニタ装置10は、光受信装置2の分波器2Bから各受光器2C-1～2C-nに送られる各々の波長の光信号の一部をモニタ光として分岐する光カプラ11-1～11-nと、各光カプラ11-1～11-nで分岐したモニタ光のうちのいずれか1つを選択して出力する光スイッチ14と、光スイッチ14から出力されるモニタ光の偏光度を測定するDOP測定器12と、DOP測定器12の測定結果に基づいて当該光信号の光SNRを判断する光SNR演算回路13と、からなる。

【0038】

このような光SNRモニタ装置10では、各受光器2C-1～2C-nに送られる光信号の光SNRが逐一的にモニタされ、光スイッチ14のスイッチング動作によって光SNRのモニタ対象となる光信号が適宜に切り替えられるようになる。これにより、一式の光スイッチ14、DOP測定器12および光SNR演算回路13を用いてn波の光信号の光SNRをモニタすることができるため、装置構成の簡略化を図ることが可能になる。

【0039】

なお、前述した第2実施形態および第3実施形態では、無中継WDM光伝送システムについて本発明のモニタ方法を適用した一例を示したが、例えば図9および図10に示すように、光伝送路3上に所要の間隔で光中継器4が配置された多中継WDM光伝送システムについても第2実施形態および第3実施形態と同様にして本発明のモニタ方法を適用することが可能である。

【0040】

また、多中継WDM光伝送システムについて中継区間ごとに光SNRをモニタすることも可能である。具体的には、例えば図11に示すように、光カプラ11とDOP測定器12の間に波長可変光フィルタ15を挿入した光SNRモニタ装置を各中継区間に応じて設け、波長可変光フィルタ15の透過波長を変化させることにより所望の波長の光信号についての光SNRをモニタするようにして

もよい。なお、図11の構成例では、光受信装置2についても波長可変光フィルタ15を用いた光S N Rモニタ装置10を光アンプ2Aと分波器2Bの間に設けるようにしているが、前述の図7や図8に示したような構成の光受信装置を用いることも可能である。

【0041】

次に、本発明にかかる光S N Rのモニタ方法を適用した光伝送システムの第4実施形態について説明する。

図12は、第4実施形態の光伝送システムを示す構成図である。

図12において、本実施形態の光伝送システムは、例えば、ビットレートが40 G b / s の1波の光信号を光送信装置1から光伝送路3を介して光受信装置2に無中継伝送すると共に、受信端に設置した自動PMD補償装置20により伝送光に生じたPMDを動的に補償するシステムについて、本発明の光S N Rのモニタ方法を適用したものである。

【0042】

上記の自動PMD補償装置20は、具体的には例えば、PMD補償器21、光カプラ22、DOP測定器23および制御回路24を有する。PMD補償器21とは、入力される光信号に対して、光伝送路3で生じたPMDと逆符号の遅延を与えるものであって、その遅延量が可変な公知の光デバイスである。PMD補償器21を通過した光信号は、光カプラ22を介して光受信装置2に送られると共に、その一部がモニタ光として光カプラ22で分岐されてDOP測定器23に送られる。DOP測定器23は、光カプラ22からのモニタ光の偏光度を測定する。このDOP測定器23は、上述の第1～第3実施形態で光S N Rモニタ装置10に用いたDOP測定器12と同様のものである。制御回路24は、DOP測定器23で測定される偏光度が最大になるようにPMD補償器21の遅延量をファーバック制御するものである。

【0043】

上記のような自動PMD補償装置20が受信端に設置される40 G b / s の光伝送システムについては、上述した第1～第3実施形態の場合と同様の光S N R演算回路13を付設し、PMDの動的な補償のためにDOP測定器23で測定さ

れる偏光度を光S N R演算回路13に与えるようにするだけで、伝送光の光S N Rを偏光度に基づいてモニタすることができるようになる。これにより、スペクトルアナライザユニット等の光S N Rをモニタするためのユニットと、偏光状態をモニタするためのユニットとをそれぞれ設ける必要がなくなるため、40 G b / s の光伝送システムの構成の簡略化および低コスト化を図ることが可能になる。

【0044】

なお、上記の第4実施形態では、伝送光のビットレートが40 G b / s のシステムについて説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、伝送光の偏光度を測定してPMDの動的な補償を行うことが必要となる任意の伝送速度の光伝送システムについて本発明のモニタ方法は有効である。

また、上記の第4実施形態では、無中継光伝送システムについて本発明のモニタ方法を適用した一例を示したが、例えば図13に示すように、光伝送路3上に所要の間隔で光中継器4が配置された多中継光伝送システムについても同様にして本発明のモニタ方法を適用することが可能である。

【0045】

さらに、上記の第4実施形態では、単一波長の光信号を伝送するシステムについて説明したが、上述した第2および第3実施形態の場合と同様にして、波長の異なるn波の光信号を波長多重したWDM光が伝送されるWDM光伝送システムについても応用することが可能である。具体的には、例えば図14に示すように、光受信装置2の分波器2Bと各光受信器2C-1～2C-nとの間に自動PMD補償装置20-1～20-nをそれぞれ設置して各波長の光信号ごとにPMDの動的な補償を行うシステムについて、各自動PMD補償装置20-1～20-nに対応させて光S N R演算回路13-1～13-nをそれぞれ付設し、各々のDOP測定器23で測定される偏光度を対応する光S N R演算回路13に与えるようにしてもよい。また、例えば図15に示すように、光スイッチ25を利用して共用化したDOP測定器23により各波長に対応した偏光度の測定を行い、各々のPMD補償器21-1～21-nの可変の遅延量を共通の制御回路24から出力される信号に従ってフィードバック制御するシステムについては、共用化し

たDOP測定器23に対応させて光SNR演算回路13を付設することが可能である。

【0046】

加えて、前述の図13に示したような多中継光伝送システムについて中継区間ごとに自動PMD補償を行う場合には、各中継区間に設置される自動PMD補償装置に対応させて光SNR演算回路13を付設して偏光度に基づいた光SNRのモニタを行うようにしてもよい。具体的に、1波の光信号が伝送される多中継光伝送システムについては、例えば図16に示すようなシステム構成となる。また、WDM光が伝送される多中継WDM光伝送システムについては、例えば図17に示すように、各中継区間においてWDM光が分波器26Aで波長ごとに分離され、各波長に対応した自動PMD補償装置20-1～20-nでPMDの補償が行われ、補償後の各光信号が合波器26Bで波長多重されて光伝送路3に送られる構成に対して、各自動PMD補償装置20-1～20-nに対応させて光SNR演算回路13-1～13-nをそれぞれ付設して各々の波長ごとに偏光度に基づいた光SNRのモニタを行うことが可能である。

【0047】

ここで、上述した第1～第4実施形態における偏光度に基づいた光SNRのモニタ方法に関する好ましい応用例について記述する。

上述の図4（B）や図5に示したように、光伝送路3を伝搬した光信号の偏光度は、システム導入時の初期値に対して基本的に時間の経過と共に劣化する。しかし、例えば、光伝送システムを構成する機器やシステムの運用状況などが変更されることで伝送光の偏光度が初期値を超えるような状況も想定される。具体的には、例えば図18に示すように、システム導入時の偏光度の初期値がX%であり、時間T1が経過した時の偏光度がY%（X>Y）に劣化した後、時間T2（T2>T1）が経過した時の偏光度が初期値を上回るA%（A>X）になり、時間T3（T3>T2）が経過した時の偏光度がB%（A>B）に劣化するような状況が発生する可能性がある。このような状況では、例えば、次のようなアルゴリズムに従って、DOP測定器で測定される偏光度を基に光SNRを判断することが望ましい。

【0048】

すなわち、まず、システム導入時の偏光度の初期値X%を光S N R演算回路13に記憶する。そして、DOP測定器で測定される偏光度の最大値の検知を行いながら偏光度に基づいて光S N Rをモニタする。そして、上記の図18に示した時間T1では、伝送光の偏光度の測定値Y%を用いて偏光度の劣化分(X-Y)%を求めることにより光S N Rの変化分を判断する。時間T2では、偏光度の測定値A%が初期値X%を超えたことが検知されることにより、その測定値A%を偏光度の初期値として再設定し、それ以降の光S N Rのモニタにおける基準とする。そして、時間T3において偏光度の測定値がB%になると、再設定した初期値A%からの劣化分(A-B)%に基づいて光S N Rの変化分を判断する。このように、伝送光の偏光度について最大値検知を行い、偏光度の初期値の再設定を逐次行うようにすることで、伝送光の光S N Rをより正確にモニタすることが可能になる。

【0049】

次に、本発明にかかる光S N Rのモニタ方法を適用した光伝送システムの第5実施形態について説明する。

図19は、第5実施形態の光伝送システムを示す構成図である。

図19に示すシステム構成は、受信端に設置した光S N Rモニタ装置10でモニタされる伝送光の光S N Rに応じて、光送信装置1から光伝送路3に送信される光信号のパワーをフィードバック制御することにより、光受信装置2で受信される光信号について所望の光S N Rが得られるようにした無中継光伝送システムの一例である。具体的に、ここでは例えば上り回線について、光S N Rモニタ装置10で取得された伝送光の光S N Rに関する情報が、下り回線の光送信装置1'に伝えられる。光送信装置1'は、上り回線側の光S N Rに関する情報を含んだ監視信号(SV信号)を生成し、その監視信号を下り回線の送信光に多重して光伝送路3'に送出し光受信装置2'に送る。光受信装置2'は、受信した監視信号を基に上り回線側の光S N Rに関する情報を識別し、その情報を上り回線の光送信装置1に伝える。光送信装置1は、下り回線を介してフィードバックされた伝送光の光S N Rに応じて、制御回路1cから出力される制御信号に従って例

えば光源1aの駆動状態を調整することにより光伝送路3に送出する光信号のパワーを制御し、受信端で所望の光S/NRが得られるようにする。なお、光送信装置1内の変調器1bは、フィードバック制御された光源1aから出力される連続光をデータ信号に従って変調する外部変調器である。

【0050】

上記のような構成の光伝送システムによれば、受信端の光S/NRモニタ装置10でモニタされた伝送光の光S/NRを光送信装置1にフィードバックして送信光のパワーを制御するようにしたことで、光受信装置2で受信される光信号について高い光S/NRを安定して確保することが可能になる。

なお、上記の第5実施形態では、光S/NRモニタ装置10で取得した光S/NRに応じて光送信装置1の光源1aの駆動状態をフィードバック制御する一例を示したが、例えば、光源1aまたは変調器1bから出力される光信号のパワーを可変光減衰器や光アンプ等を利用して調整するような構成では、可変光減衰器の減衰量や光アンプの利得をフィードバック制御するようにしてもよい。

【0051】

また、前述した第4実施形態の場合のように伝送光に生じたPMDを動的に補償するシステムについては、例えば図20に示すように、受信端に設置された自動PMD補償装置20のDOP測定器23で測定された偏光度に基づいて光S/NR演算回路13で演算された伝送光の光S/NRが、下り回線を介して光送信装置1にフィードバックされるようにすればよい。このような構成によれば、高い光S/NRを安定して確保できる超高速光伝送システムを実現することが可能になる。

【0052】

次に、本発明にかかる光S/NRのモニタ方法を適用した光伝送システムの第6実施形態について説明する。

図21は、第6実施形態の光伝送システムを示す構成図である。

図21に示すシステム構成は、波長の異なるn波の光信号を波長多重したWDM光が光送信装置1から光伝送路3および光中継器4を介して光受信装置2に伝送される多中継WDM光伝送システムについて、例えば、送信端、各中継区間お

より受信端のそれぞれにおいて伝送光の光S N Rをモニタし、各々のモニタ結果に応じて、光送信装置1から光伝送路3に送信されるWDM光の各波長光パワーをフィードバック制御することにより、光受信装置2で受信されるWDM光について所望の光S N Rが得られるようにした一例である。具体的に、ここでは例えば送信端および各中継区間には、上述の図11に示した構成と同様にして波長可変光フィルタを用い、上り回線および下り回線で光S N R演算回路13を共用化した光S N Rモニタ装置10が設置され、また、光受信装置2内には、上述の図7に示した構成と同様にして各波長に対応した光S N Rモニタ装置10-1～10-nが備えられ、各光S N Rモニタ装置の光S N R演算回路13から出力される伝送光の光S N Rが対向回線を介して光送信装置1にフィードバックされる。なお、図21の実線矢印は上り回線についてモニタされた光S N Rが下り回線を介してフィードバックされるときの経路に対応し、破線矢印は下り回線についてモニタされた光S N Rが上り回線を介してフィードバックされるときの経路に対応している。

【0053】

光送信装置1は、対向回線を介してフィードバックされる伝送光の光S N Rに応じ、プリエンファシス制御回路1Dで生成した制御信号に従って、各波長に対応した送信器1A-1～1A-nの駆動状態を調整することにより、光伝送路3に送出するWDM光のプリエンファシス制御を行う。このプリエンファシス制御とは、光受信装置2で受信される各波長の光信号の光S N Rが均一になるように送信光のパワーを制御することである。具体的には、例えば図22の上段に示すように多中継伝送後の各波長の光信号の光S N Rが不均一になる場合に、各波長間の光S N Rの差が打ち消されるように各々の波長の送信光パワーに予め偏差を与えることで、図22の下段に示すような各波長で均一の光S N Rを持ったWDM光を受信できるようにする制御である。

【0054】

上記のような構成の多中継WDM光伝送システムによれば、光受信装置2で受信されるWDM光の各波長に対応した光S N Rのモニタ結果を光送信装置1にフィードバックして送信光パワーのプリエンファシス制御を行うようにしたことで

、各波長で均一な高い光S N Rを有するW D M光を安定して多中継伝送することができる。また、受信端に加えて各中継区間や送信端における光S N Rのモニタ結果についても光送信装置1にフィードバックすることによって、より精度の高いプリエンファシス制御を実現することが可能になる。

【0055】

なお、上記の第6実施形態では、光受信装置2について各波長に対応した光S N Rモニタ装置 $10-1 \sim 10-n$ を設けるようにしたが、上述の図8に示した構成と同様にして光スイッチを利用してD O P測定器12および光S N R演算回路13を各波長で共用化した光S N Rモニタ装置10を光受信装置2に設けるようにしてもよい。この場合の構成例を図23に示しておく。

【0056】

次に、本発明にかかる光S N Rのモニタ方法を適用した光伝送システムの第7実施形態について説明する。

図24は、第7実施形態の光伝送システムを示す構成図である。

図24に示すシステム構成が前述の図21に示した第6実施形態のシステム構成と異なる部分は、光受信装置2がW D M光の各波長に対応した自動P M D補償装置 $20-1 \sim 20-n$ を備え、P M Dの動的な補償のために測定される偏光度に基づいて各光S N R演算回路 $13-1 \sim 13-n$ でモニタされる各々の波長に対応した光S N Rが、対向回線を介して光送信装置1にフィードバックされるようにした部分である。なお、この光受信装置2の構成は、上述の図14に示した光受信装置の構成に対応するものである。

【0057】

上記のような構成の多中継W D M光伝送システムでは、各波長に対応した自動P M D補償装置 $20-1 \sim 20-n$ で測定される偏光度に基づいて各波長の光信号の光S N Rがモニタされ、各々の光S N Rに関する情報が対向回線を介して光送信装置1にフィードバックされて、送信光パワーのプリエンファシス制御が行わるようになる。これにより、光受信装置2で受信される各波長の光信号の偏光状態および光S N Rを簡略な構成によりモニタして、受信光のP M D補償および送信光のプリエンファシス制御を高い精度で安定して行うことが可能になる。

【0058】

なお、上記の第7実施形態では、光受信装置2について各波長に対応した自動PMD補償装置20-1～20-nおよび光SNR演算回路13-1～13-nを設けるようにしたが、上述の図15に示した構成と同様にして光スイッチ25を用いて共用化したDOP測定器23により各波長に対応した偏光度を測定するようにした自動PMD補償装置20を光受信装置2に備えるようにしてもよい。この場合の構成例を図25に示しておく。

【0059】

また、上記の第7実施形態では、各波長の伝送光に生じたPMDが光受信装置2において動的に補償され、各中継区間ではPMD補償が行われない場合について説明したが、例えば図26および図27に示すように、各中継区間についても自動PMD補償装置20, 20'を配置して動的なPMD補償が行われる構成とし、各々の中継区間の自動PMD補償装置で測定される偏光度に基づいて上下回線で共用化された光SNR演算回路13でモニタされる光SNRが対向回線を介して光送信装置1, 1'にフィードバックされるようにしてもよい。なお、図26に示した構成は前述の図24に対応した一例であり、図27に示した構成は上記の図25に対応した一例である。

【0060】

以上、本明細書で開示した主な発明について以下にまとめる。

【0061】

(付記1) 光伝送システムを伝送される光信号の偏光度を測定し、該偏光度の測定値に基づいて、前記光信号の光信号対雑音比を判断することを特徴とする光信号対雑音比のモニタ方法。

【0062】

(付記2) 付記1に記載のモニタ方法であって、

前記光信号の偏光度の初期値を記憶し、該記憶した初期値に対する前記偏光度の測定値の変化量に応じて、前記光信号の光信号対雑音比の変化量を判断することを特徴とする光信号対雑音比のモニタ方法。

【0063】

(付記3) 付記2に記載のモニタ方法であって、
前記偏光度の測定値が前記初期値を超えたとき、当該測定値を初期値として再
設定することを特徴とする光信号対雑音比のモニタ方法。

【0064】

(付記4) 光送信装置から光伝送路を介して光受信装置に光信号を伝送する
光伝送システムにおいて、

前記光信号の偏光度を測定する偏光度測定部と、
該偏光度測定部で取得される偏光度の測定値に基づいて、前記光信号の光信号
対雑音比を判断する光信号対雑音比演算部と、
を備えて構成されたことを特徴とする光伝送システム。

【0065】

(付記5) 付記4に記載の光伝送システムであって、
前記偏光度測定部は、前記光伝送路を伝搬して前記光受信装置に入力される光
信号の偏光度を測定することを特徴とする光伝送システム。

【0066】

(付記6) 付記4に記載の光伝送システムであって、
前記光伝送路上に少なくとも1つの光中継器を備え、前記光送信装置から送信
される光信号が複数の中継区間を伝送されて前記光受信装置で受信されるとき、
前記偏光度測定部は、前記光送信装置から出力される光信号、各中継区間を伝
搬した各々の光信号および前記光受信装置に入力される光信号のうちの少なくと
も1つの光信号の偏光度を測定することを特徴とする光伝送システム。

【0067】

(付記7) 付記4に記載の光伝送システムであって、
波長の異なる複数の光信号を含んだ波長多重光が伝送されるとき、
前記偏光度測定部は、前記波長多重光に含まれる各波長の光信号の偏光度をそ
れぞれ測定し、
前記光信号対雑音比演算部は、前記偏光度測定部で取得される偏光度の測定値
に基づいて、各波長に対応した光信号対雑音比を判断することを特徴とする光伝
送システム。

【0068】

(付記8) 付記7に記載の光伝送システムであって、
前記偏光度測定部および前記光信号対雑音比演算部は、前記波長多重光に含まれる各波長の光信号ごとに複数設けられることを特徴とする光伝送システム。

【0069】

(付記9) 付記7に記載の光伝送システムであって、
前記波長多重光に含まれる各波長の光信号のうちから1つの光信号を選択する選択部を備え、
前記偏光度測定部は、前記選択部で選択された光信号の偏光度を測定し、
前記光信号対雑音比演算部は、前記偏光度測定部で取得される偏光度の測定値に基づいて、前記選択部で選択された光信号の光信号対雑音比を判断することを特徴とする光伝送システム。

【0070】

(付記10) 付記9に記載の光伝送システムであって、
前記選択部は、前記波長多重光を波長に応じて分波する分波器と、該分波器で分波された各波長の光信号のうちの1つの光信号を選択して前記偏光度測定部に与える光スイッチとを有することを特徴とする光伝送システム。

【0071】

(付記11) 付記9に記載の光伝送システムであって、
前記選択部は、前記波長多重光から1つの波長の光信号を抽出して前記偏光度測定部に与える波長可変光フィルタを有することを特徴とする光伝送システム。

【0072】

(付記12) 付記4に記載の光伝送システムであって、
前記光信号に発生した偏波モード分散を補償する偏波モード分散補償器と、該偏波モード分散補償器で偏波モード分散が補償された光信号の偏光度を測定する偏光度測定器と、該偏光度測定器の測定結果に基づいて前記偏波モード分散補償器における補償量を制御する制御回路と、を有する自動偏波モード分散補償装置を備えるとき、

前記光信号対雑音比演算部は、前記偏光度測定部に代えて前記自動偏波モード

分散補償装置の偏光度測定器で取得される偏光度の測定値に基づいて、前記光信号の光信号対雑音比を判断することを特徴とする光伝送システム。

【0073】

(付記13) 付記4に記載の光伝送システムであって、

前記光信号対雑音比演算部で判断される光信号対雑音比に基づいて、前記光受信装置で受信される光信号の光信号対雑音比が予め設定した値となるように、前記光送信装置から出力される光信号のパワーを制御する制御部を備えたことを特徴とする光伝送システム。

【0074】

(付記14) 付記13に記載の光伝送システムであって、

波長の異なる複数の光信号を含んだ波長多重光が伝送されるとき、

前記制御部は、前記光信号対雑音比演算部で判断される各波長に対応した光信号対雑音比に基づいて、前記光送信装置から出力される各波長の光信号パワーのプリエンファシス制御を行うことを特徴とする光伝送システム。

【0075】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明の光S/Nのモニタ方法およびそれを用いた光伝送システムによれば、光信号の偏光度に基づいて光S/Nを判断するようにしたことと、従来のように機能の限定されたスペクトルアナライザユニット等を利用する場合に比べて、伝送光の光S/Nを高い精度でモニタすることが可能になる。また、自動偏波モード分散補償装置を備えたシステムについては、偏波モード分散の自動補償のために測定される偏光度を利用して光S/Nをモニタすることができるため、簡略な構成で低コストの光伝送システムを実現できる。さらに、モニタした光S/Nに基づいて光送信装置から送信される光信号のパワーを制御するようすれば、受信装置で受信される光信号について所要の光S/Nを安定して確保することができる。これにより、1波長あたりの伝送速度が40Gb/s以上の超長距離光伝送システムを実現することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明にかかる光S/Nのモニタ方法を適用した光伝送システムの

第1実施形態を示す構成図である。

【図2】上記の第1実施形態におけるDOP測定器の具体的な構成例とその測定方式を説明する図である。

【図3】一般的な光伝送システムにおける偏光度と光SNRの関係を例示する説明図である。

【図4】一般的な光伝送システムにおける偏光度の経時劣化の様子を模式的に表した説明図であって、(A)は雑音成分のみが伝送される場合、(B)は伝送光に信号成分が含まれる場合を示したものである。

【図5】一般的な光伝送システムにおける偏光度の経時劣化の様子を模式的に表した説明図であって、(A)はPMD補償が行われていない場合、(B)はPMD補償が行われている場合を示したものである。

【図6】上記の第1実施形態に関連して多中継光伝送システムに本発明のモニタ方法を適用した場合の構成例を示す図である。

【図7】本発明にかかる光SNRのモニタ方法を適用した光伝送システムの第2実施形態を示す構成図である。

【図8】本発明にかかる光SNRのモニタ方法を適用した光伝送システムの第3実施形態を示す構成図である。

【図9】上記の第3実施形態に関連して多中継WDM光伝送システムに本発明のモニタ方法を適用した場合の構成例を示す図である。

【図10】上記の第3実施形態に関連して多中継WDM光伝送システムに本発明のモニタ方法を適用した場合の他の構成例を示す図である。

【図11】上記の第3実施形態に関連して中継区間ごとに光SNRをモニタするようにした場合の構成例を示す図である。

【図12】本発明にかかる光SNRのモニタ方法を適用した光伝送システムの第4実施形態を示す構成図である。

【図13】上記の第4実施形態に関連して多中継光伝送システムに本発明のモニタ方法を適用した場合の構成例を示す図である。

【図14】上記の第4実施形態に関連してWDM光伝送システムに本発明のモニタ方法を適用した場合の構成例を示す図である。

【図15】上記の第4実施形態に関連してWDM光伝送システムに本発明のモニタ方法を適用した場合の他の構成例を示す図である。

【図16】図13の多中継光伝送システムについて中継区間ごとにPMD補償を行う場合の構成例を示す図である。

【図17】図16に関連して、多中継WDM光伝送システムについて中継区間ごとにPMD補償を行う場合の構成例を示す図である。

【図18】上記の各実施形態における偏光度に基づいた光SNRのモニタ方法に関する好ましい応用例を説明する図である。

【図19】本発明にかかる光SNRのモニタ方法を適用した光伝送システムの第5実施形態を示す構成図である。

【図20】上記の第5実施形態に関連して受信端でPMD補償を行う場合の構成例を示す図である。

【図21】本発明にかかる光SNRのモニタ方法を適用した光伝送システムの第6実施形態を示す構成図である。

【図22】上記の第6実施形態におけるプリエンファシス制御を説明する図である。

【図23】上記の第6実施形態に関連して光スイッチを利用した光SNRモニタ装置を用いた場合の構成例を示す図である。

【図24】本発明にかかる光SNRのモニタ方法を適用した光伝送システムの第7実施形態を示す構成図である。

【図25】上記の第7実施形態に関連して光スイッチを利用した自動PMD補償装置を用いた場合の構成例を示す図である。

【図26】図24のシステムについて中継区間ごとにPMD補償を行う場合の構成例を示す図である。

【図27】図25のシステムについて中継区間ごとにPMD補償を行う場合の構成例を示す図である。

【符号の説明】

1, 1' 光送信装置

2, 2' 光受信装置

3, 3' 光伝送路

4, 4' 光中継器

10, 10-1~10-n 光S N Rモニタ装置

11, 11-1~11-n, 22, 22-1~22-n 光カプラ

12, 23 D O P 測定器

13, 13-1~13-n 光S N R演算回路

14, 25 光スイッチ

15 波長可変光フィルタ

20 自動PMD補償装置

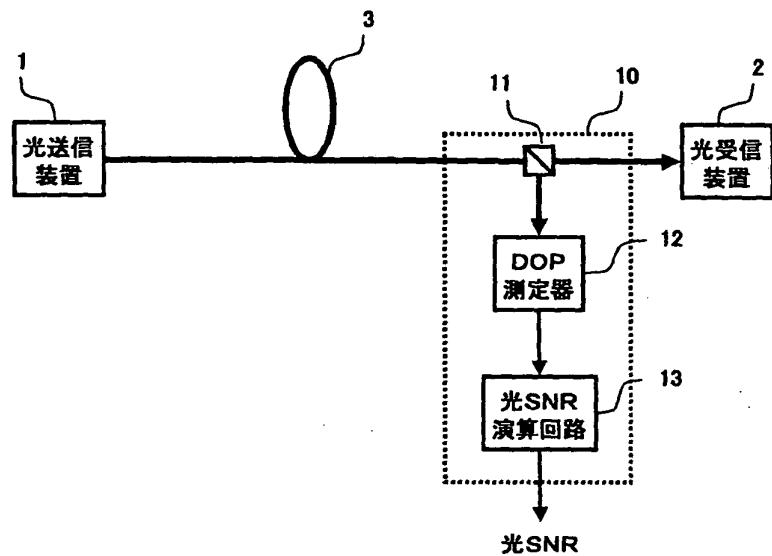
21 PMD補償器

22, 22-1~22-n 光カプラ

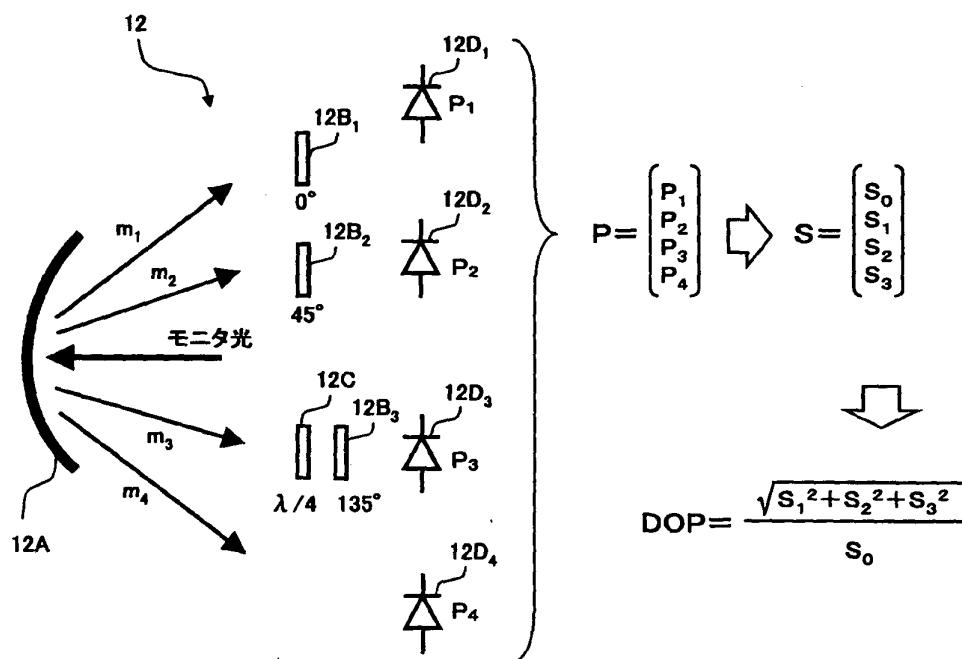
24 制御回路

【書類名】 図面

【図1】

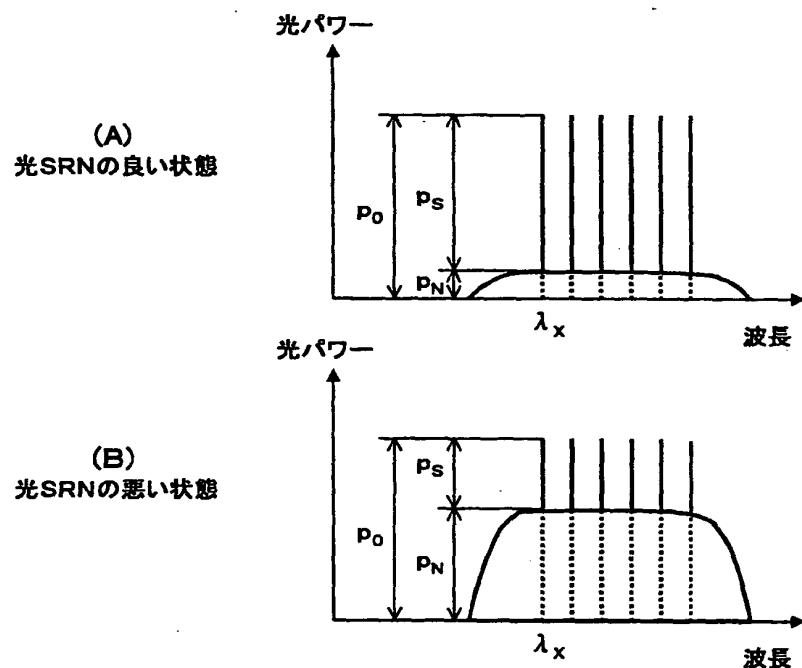


【図2】

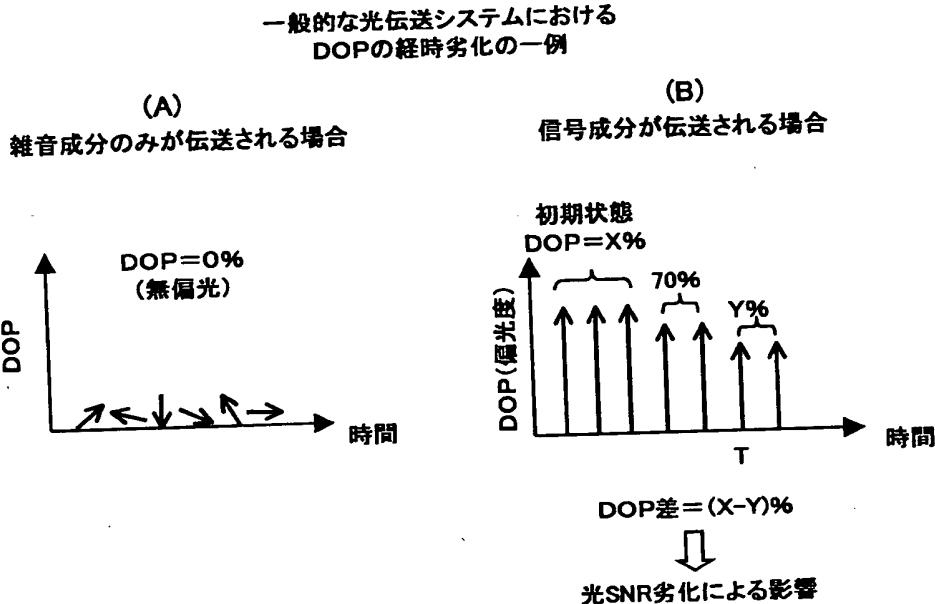


【図3】

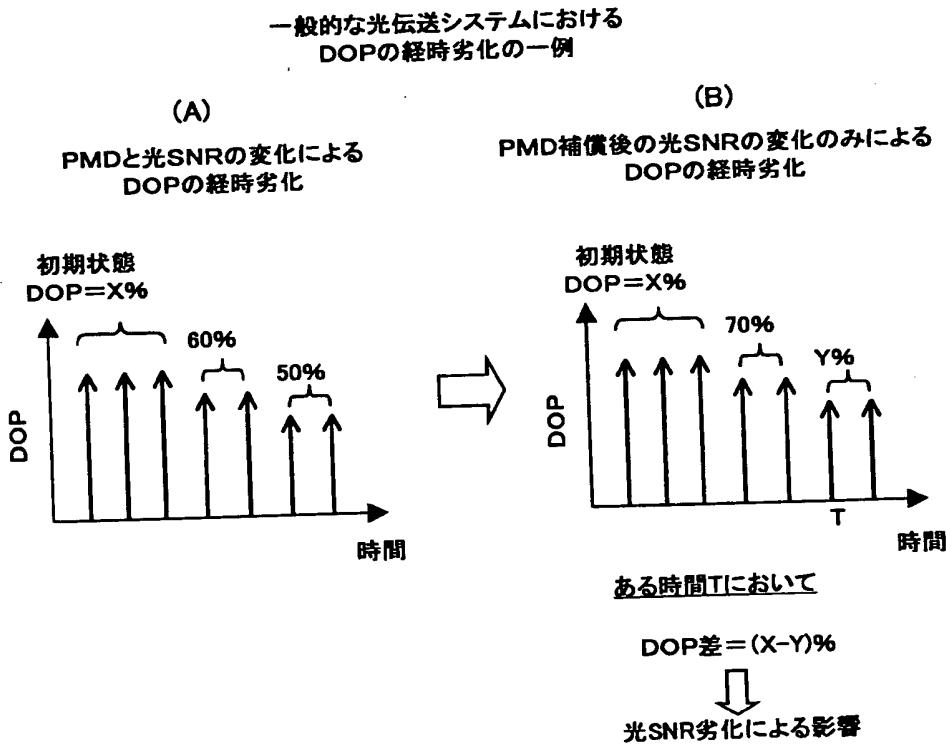
一般的な光伝送システムにおける伝送光の一例



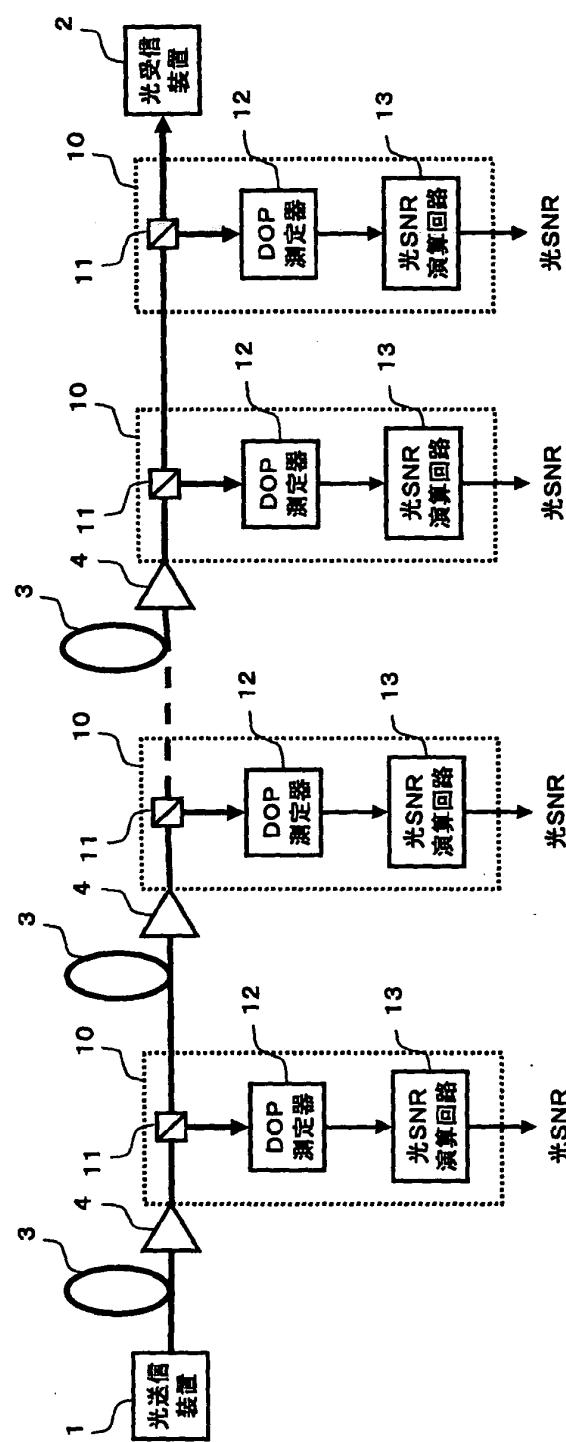
【図4】



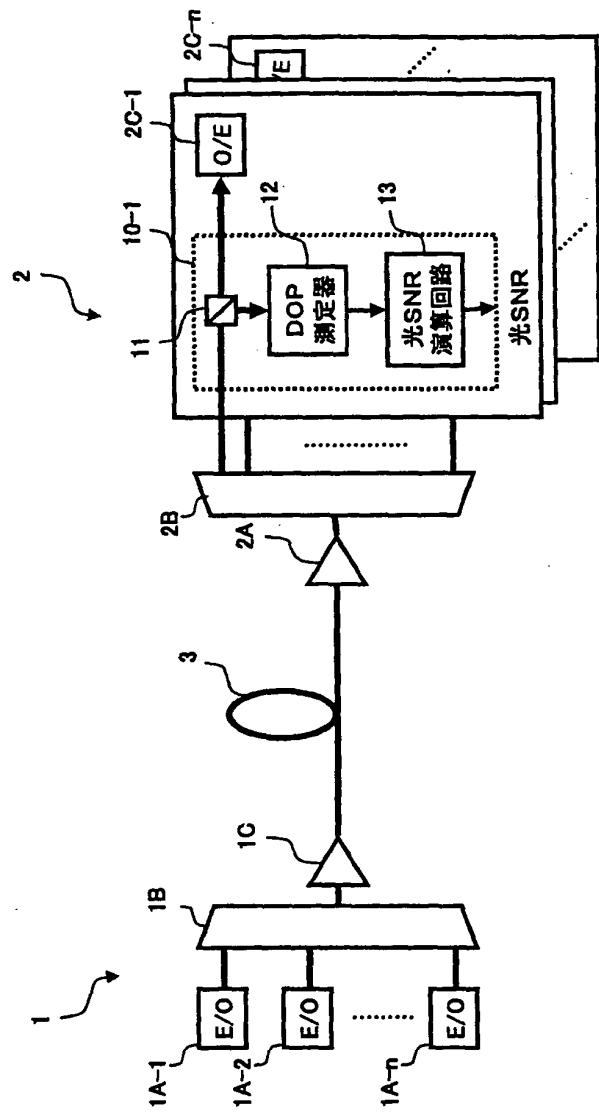
【図5】



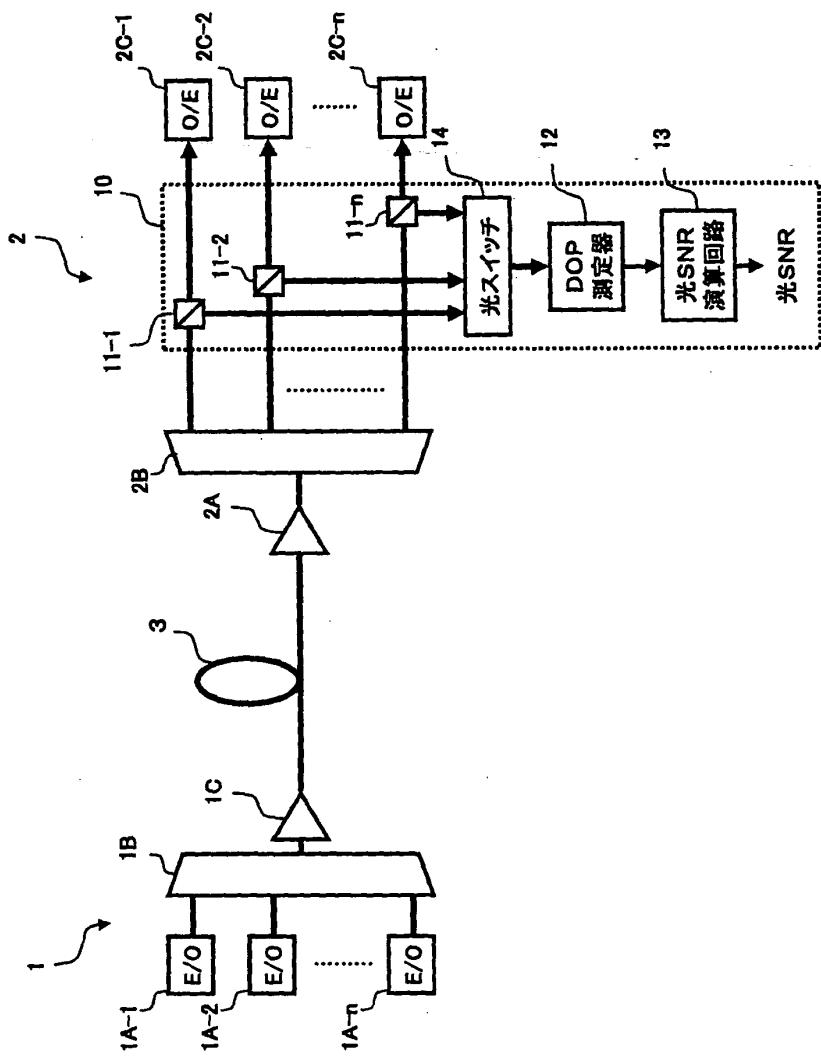
【図6】



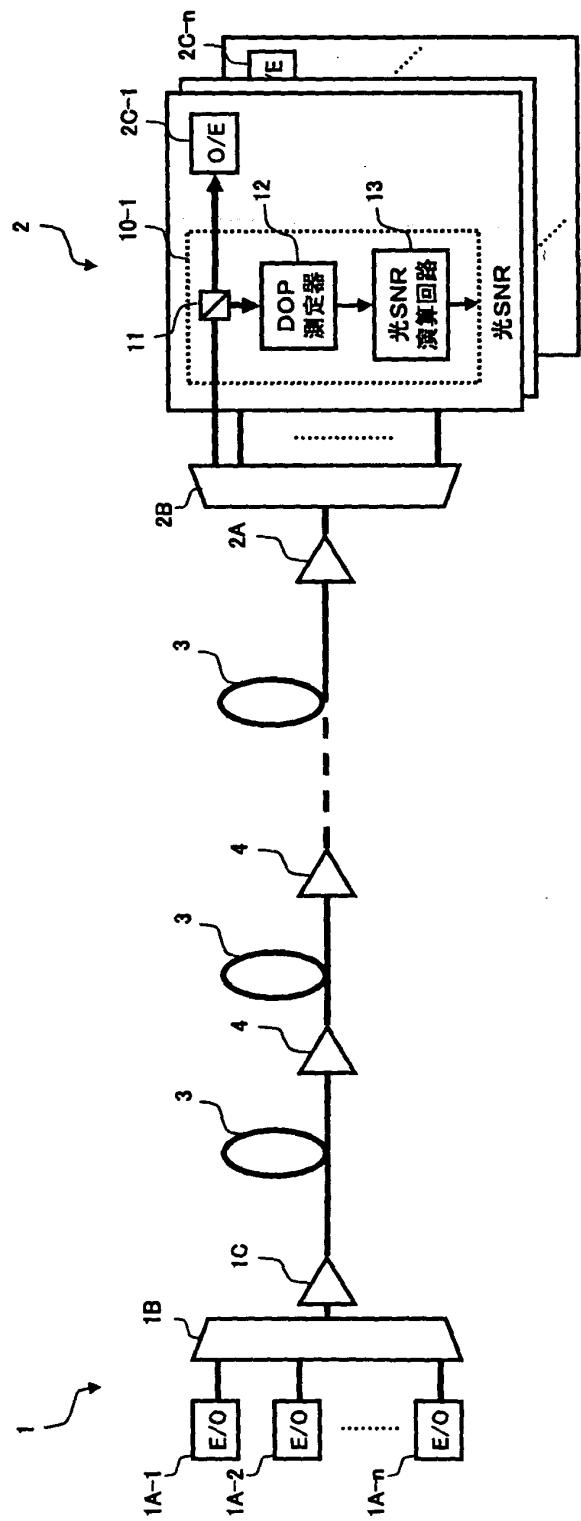
【図7】



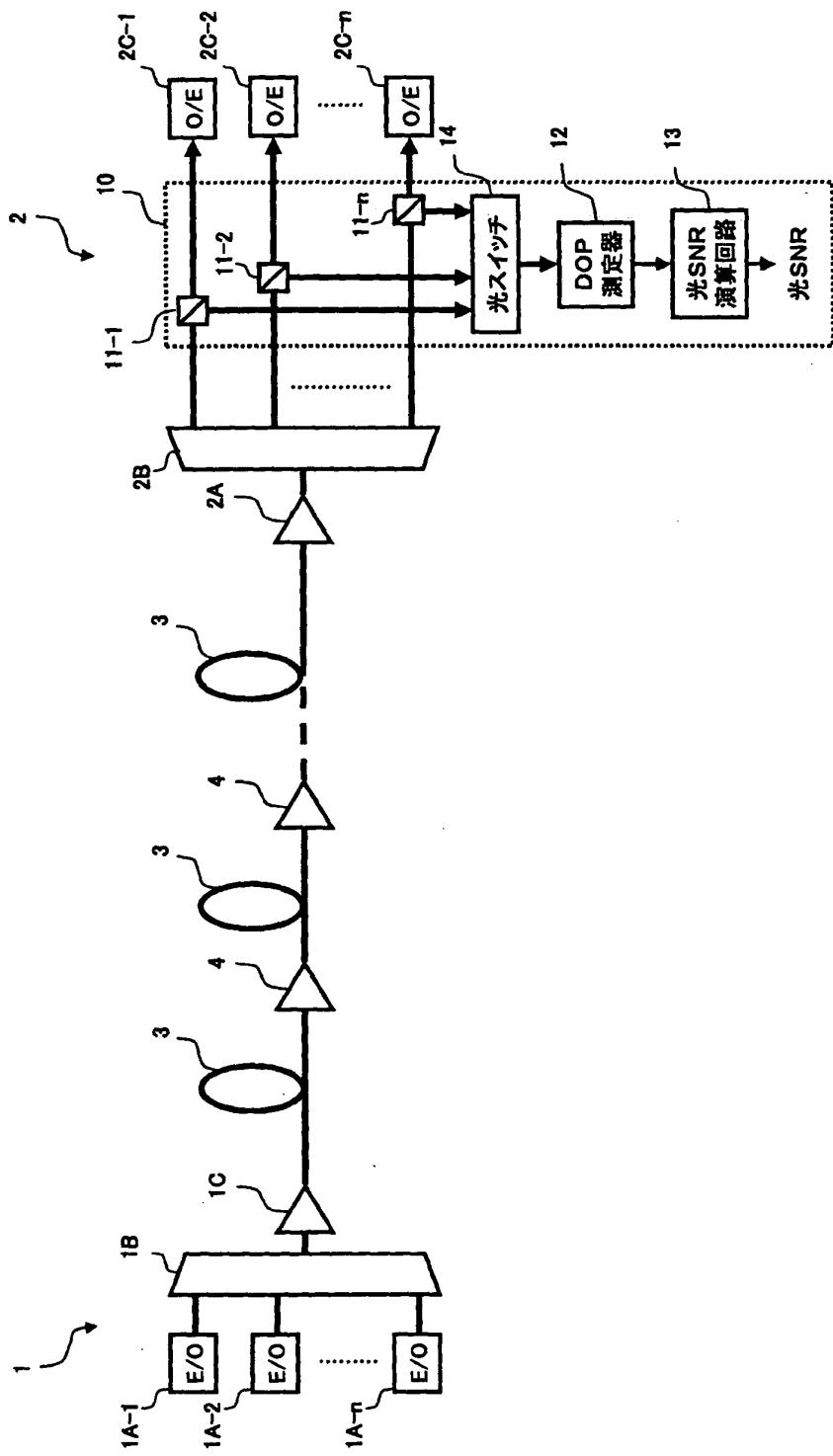
【図8】



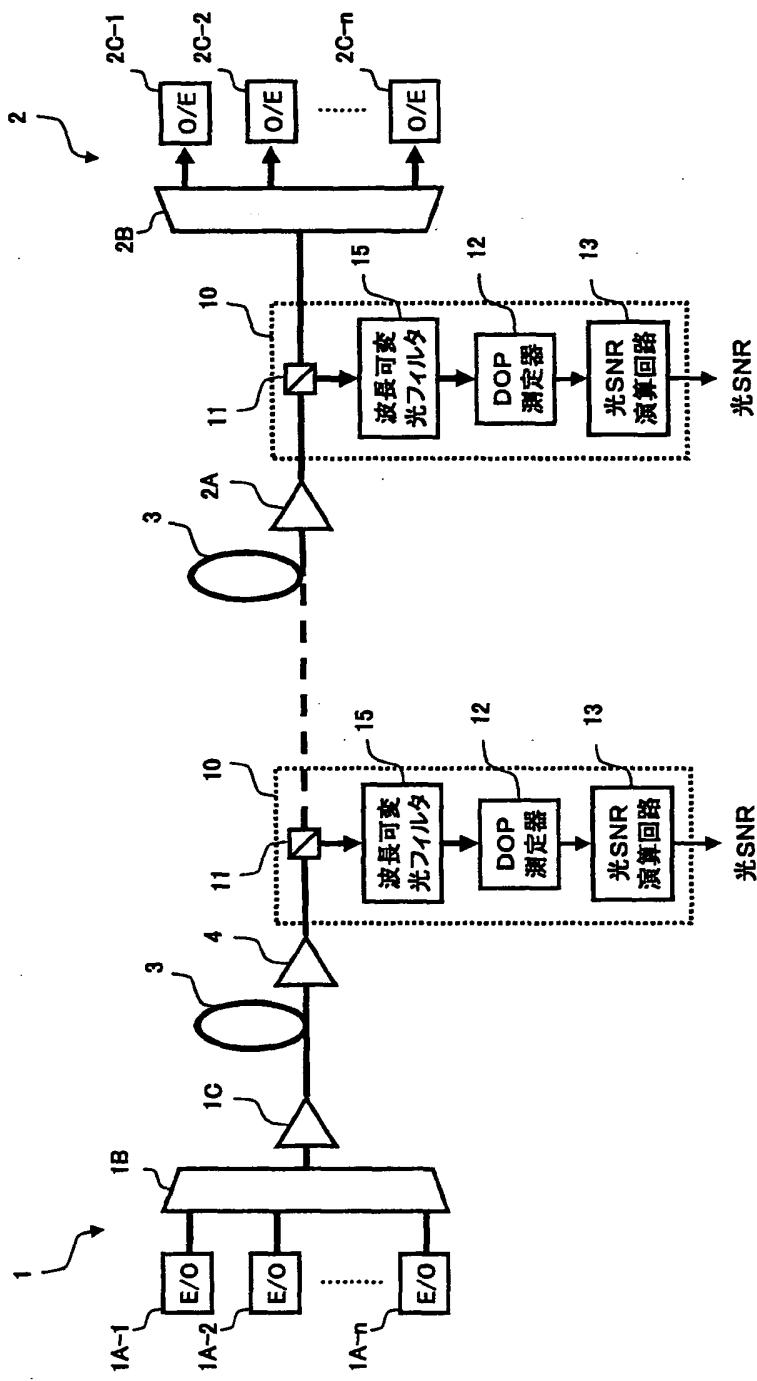
【図9】



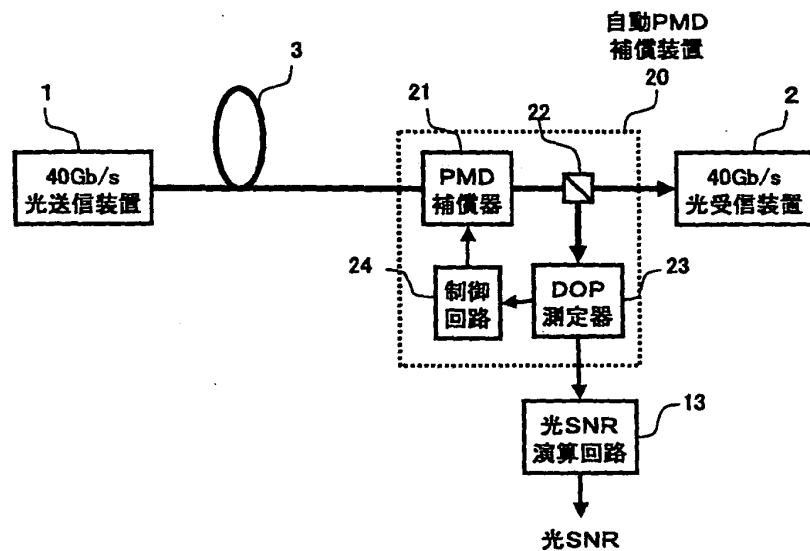
【図10】



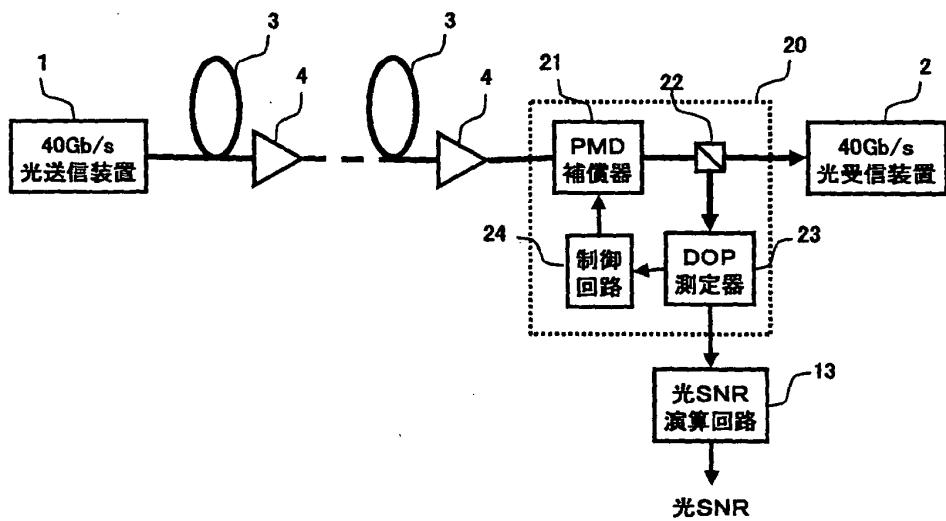
【図11】



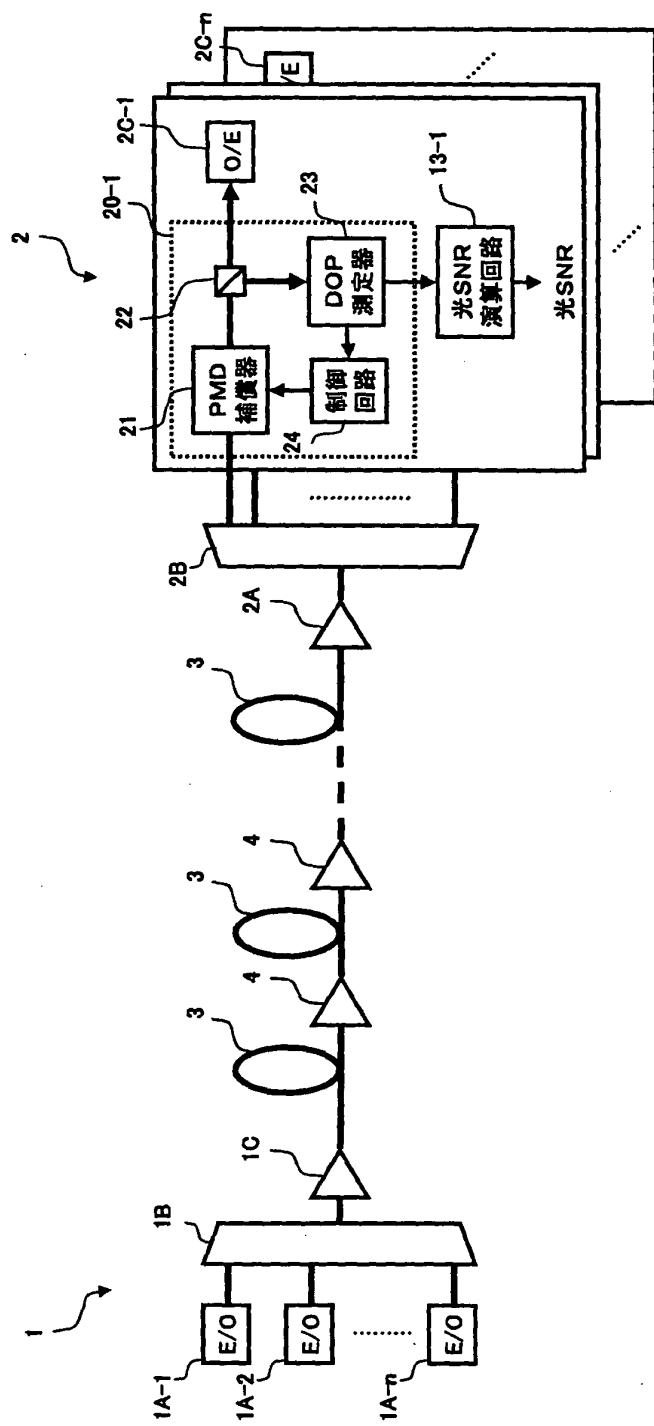
【図12】



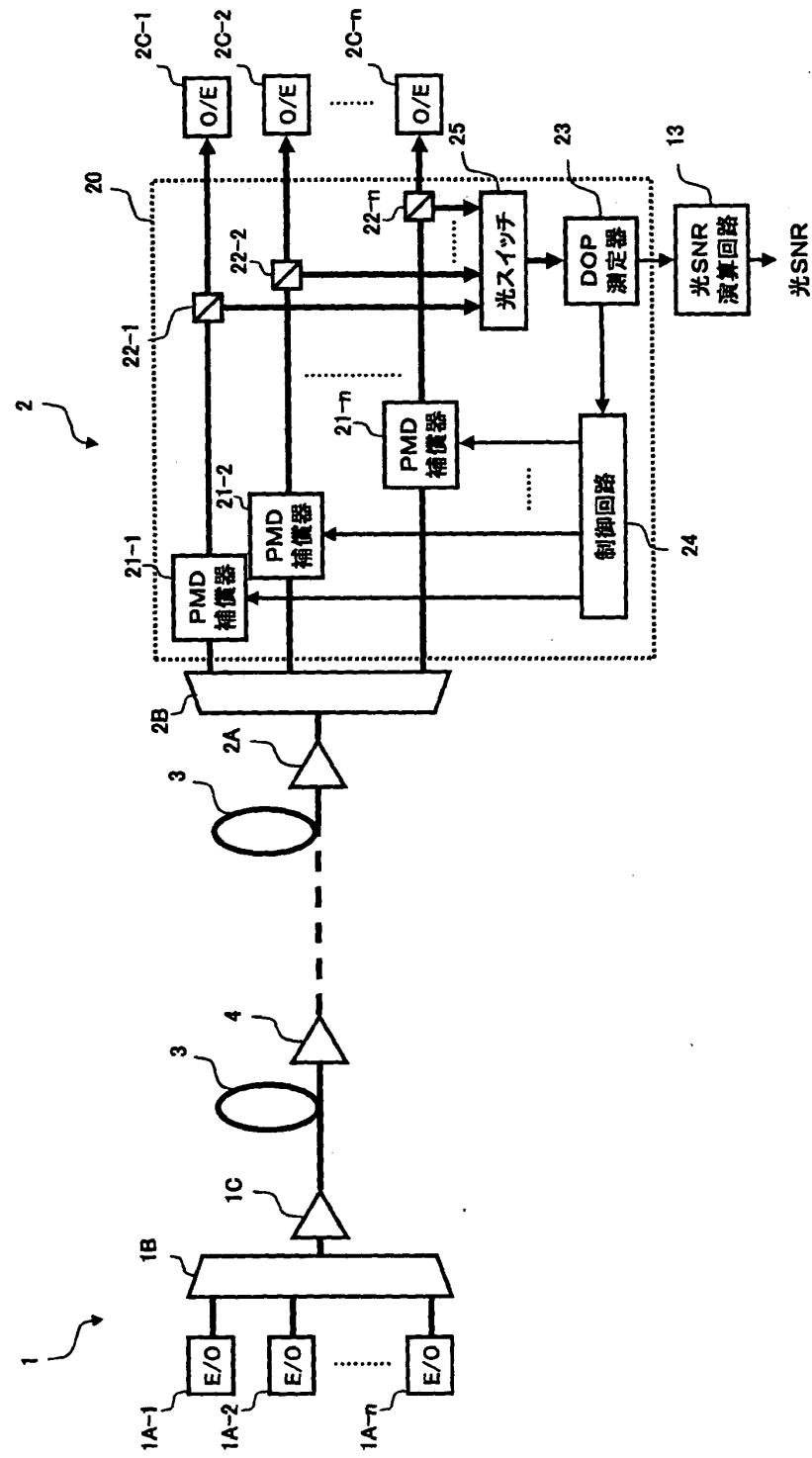
【図13】



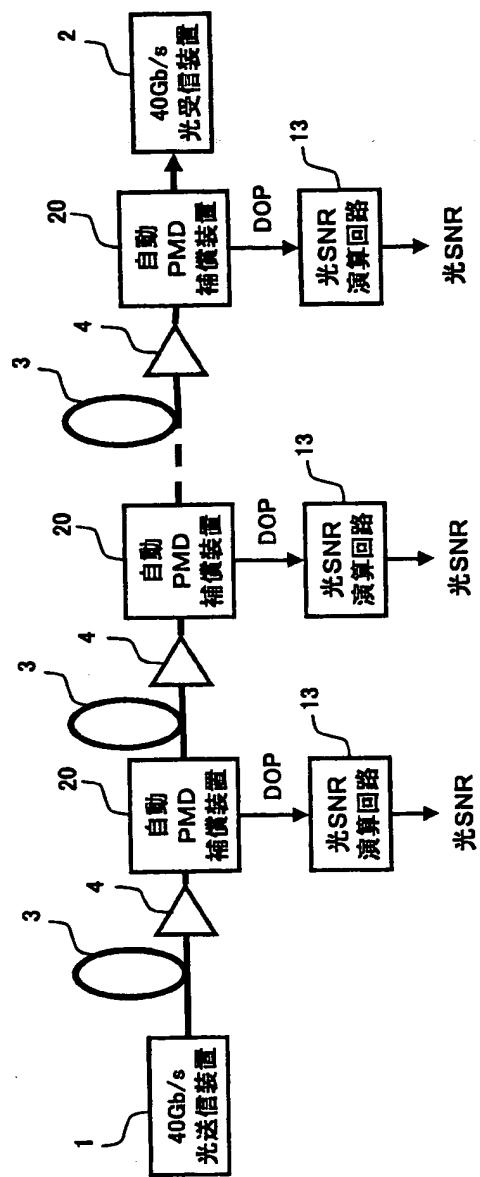
【図14】



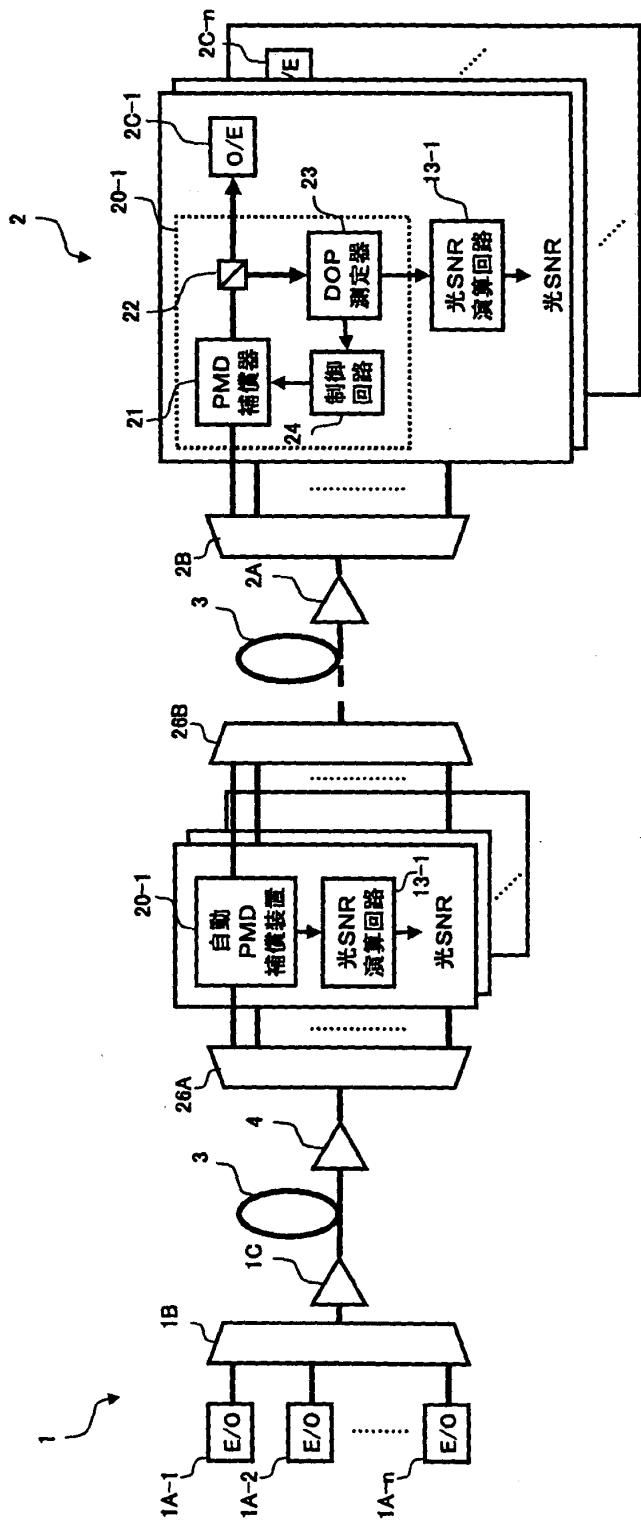
【図15】



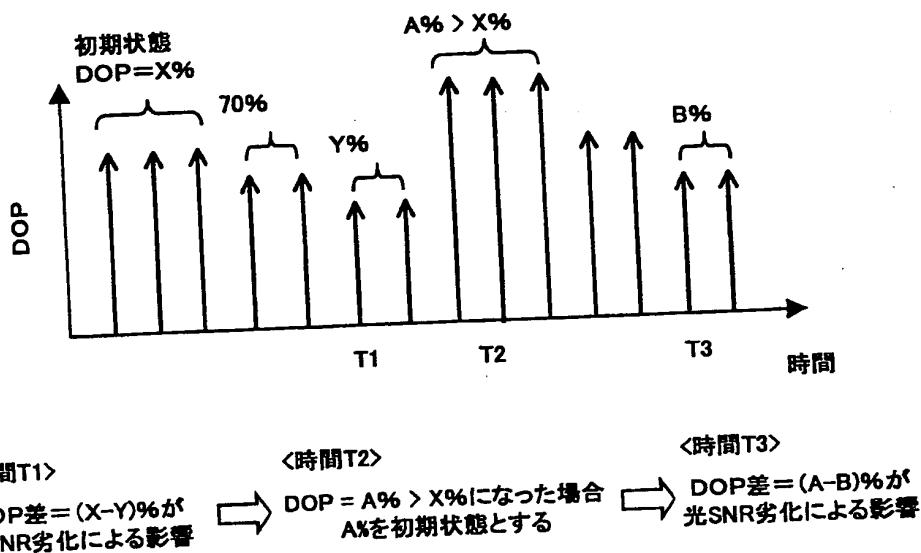
【図16】



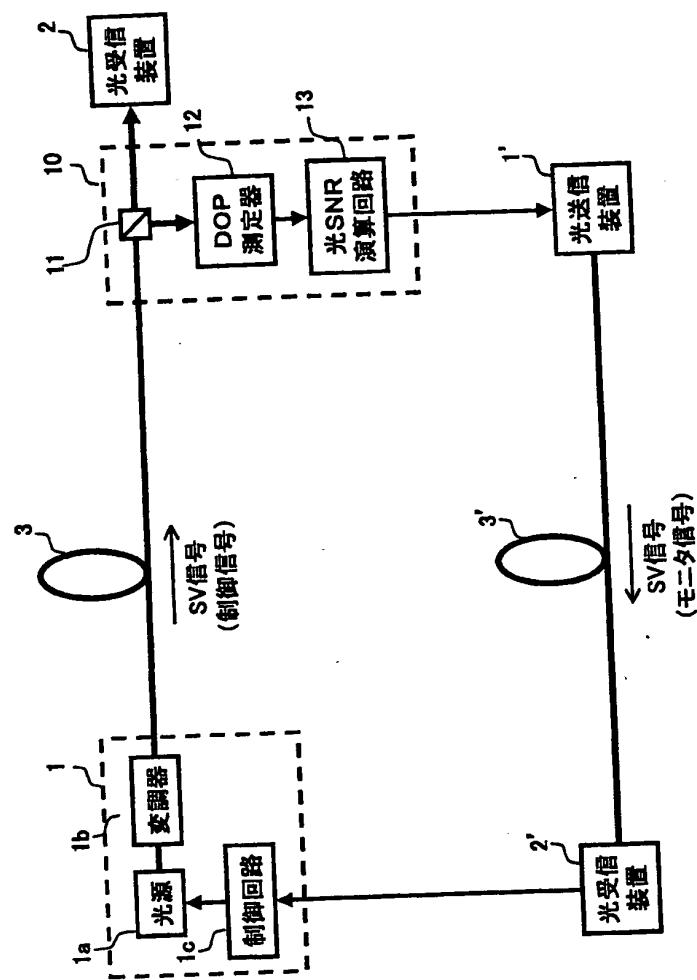
【図17】



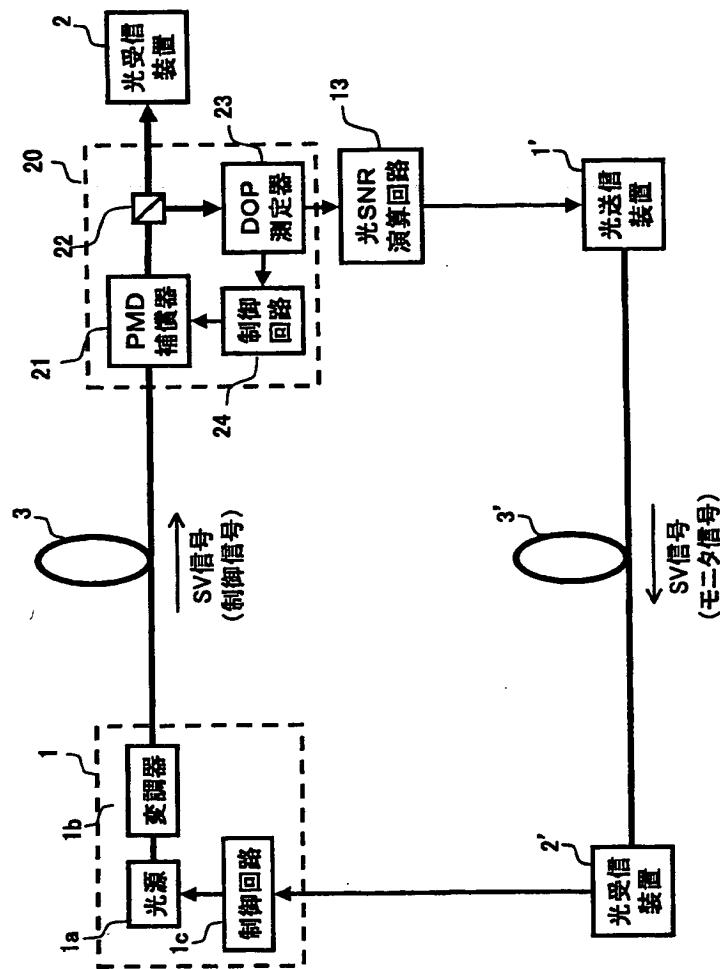
【図18】



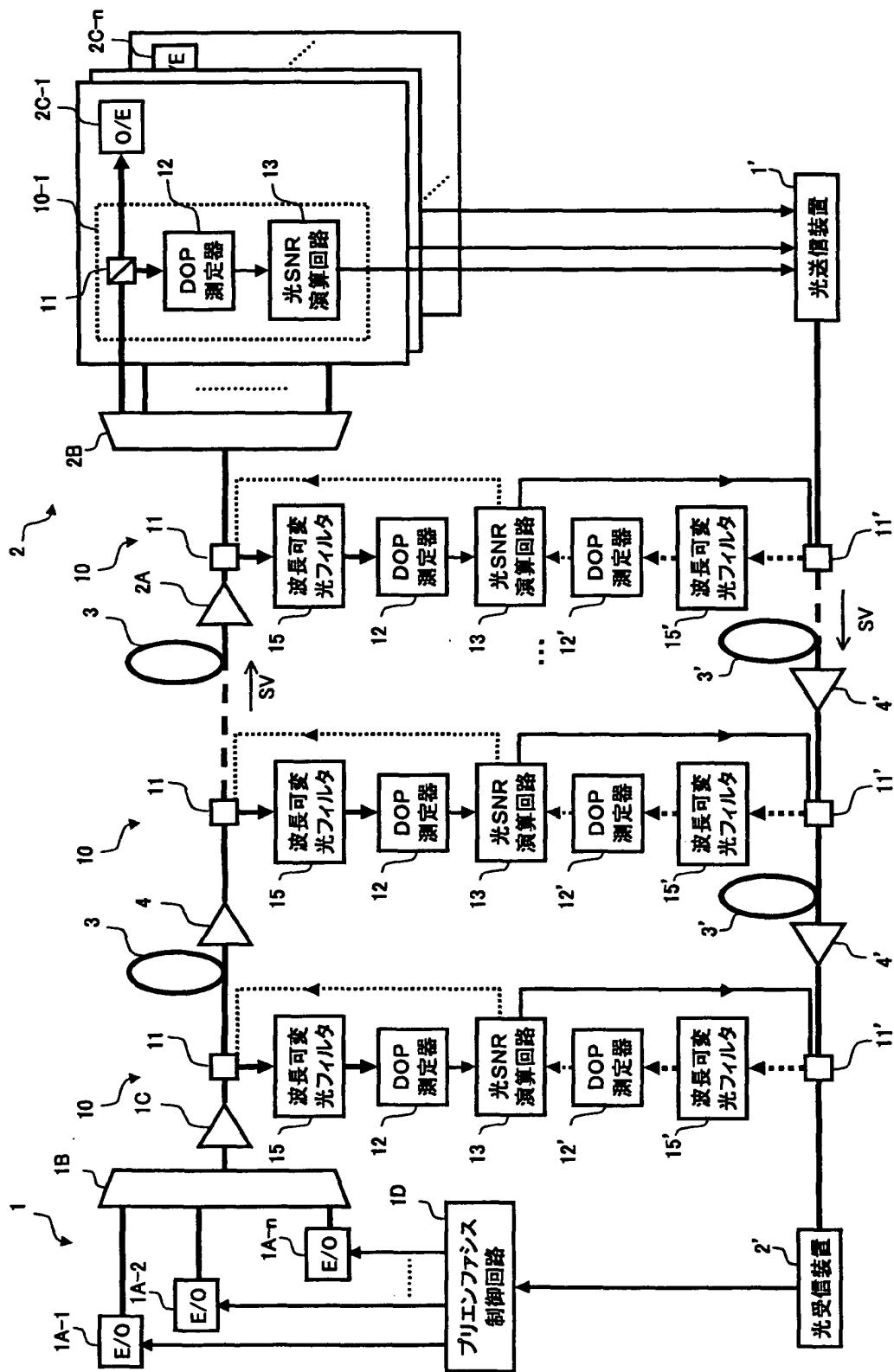
【図19】



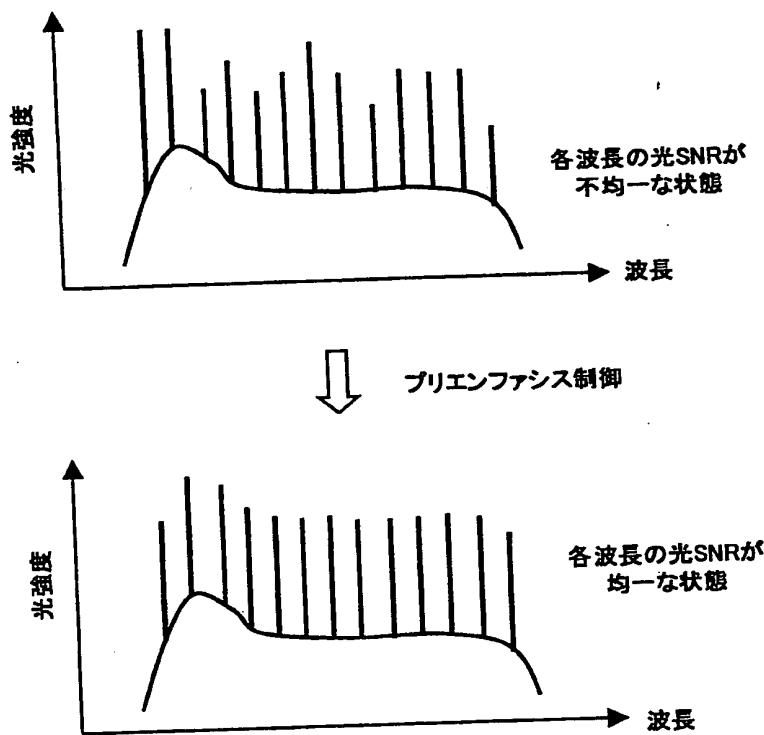
【図20】



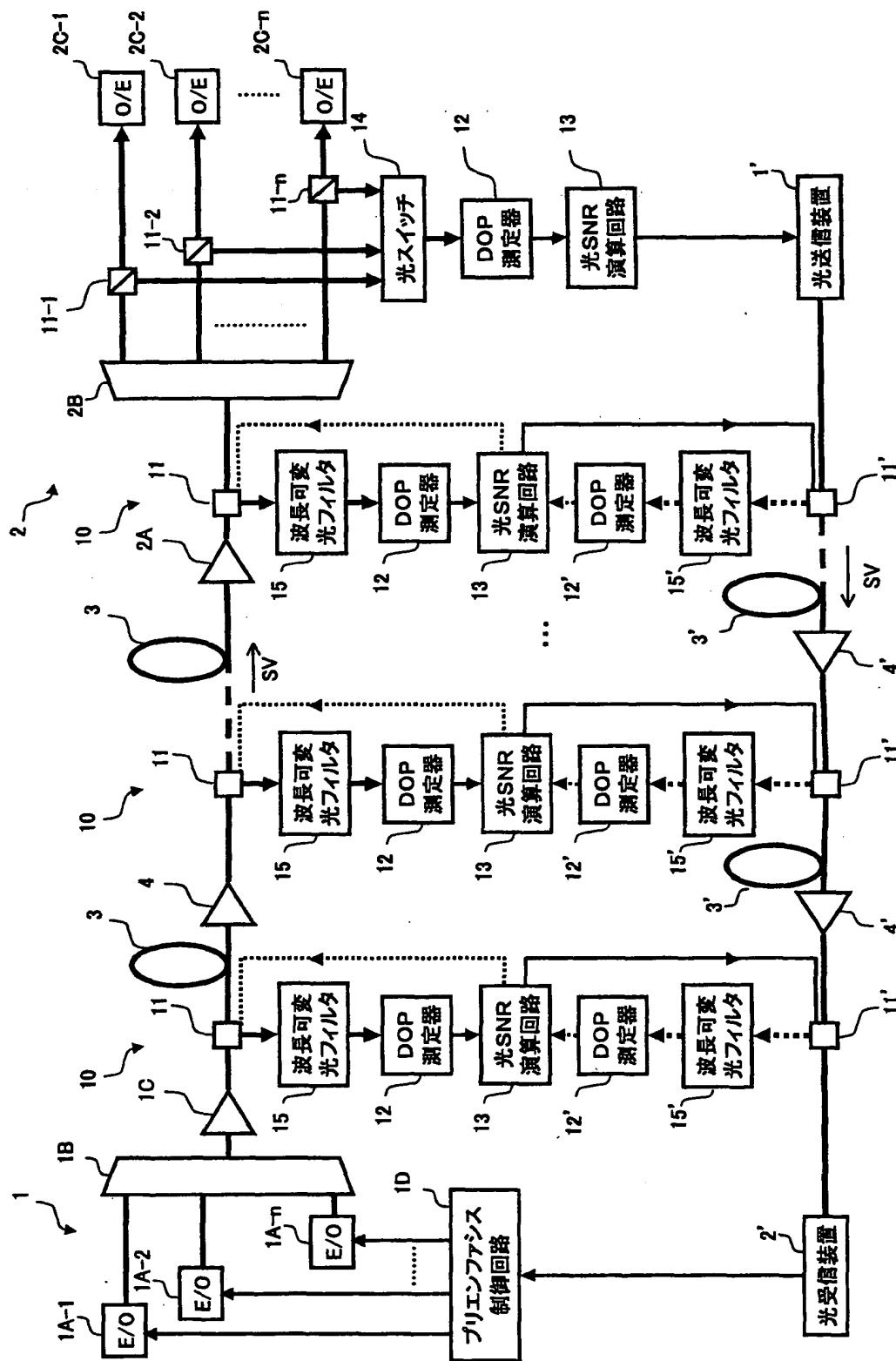
【図21】



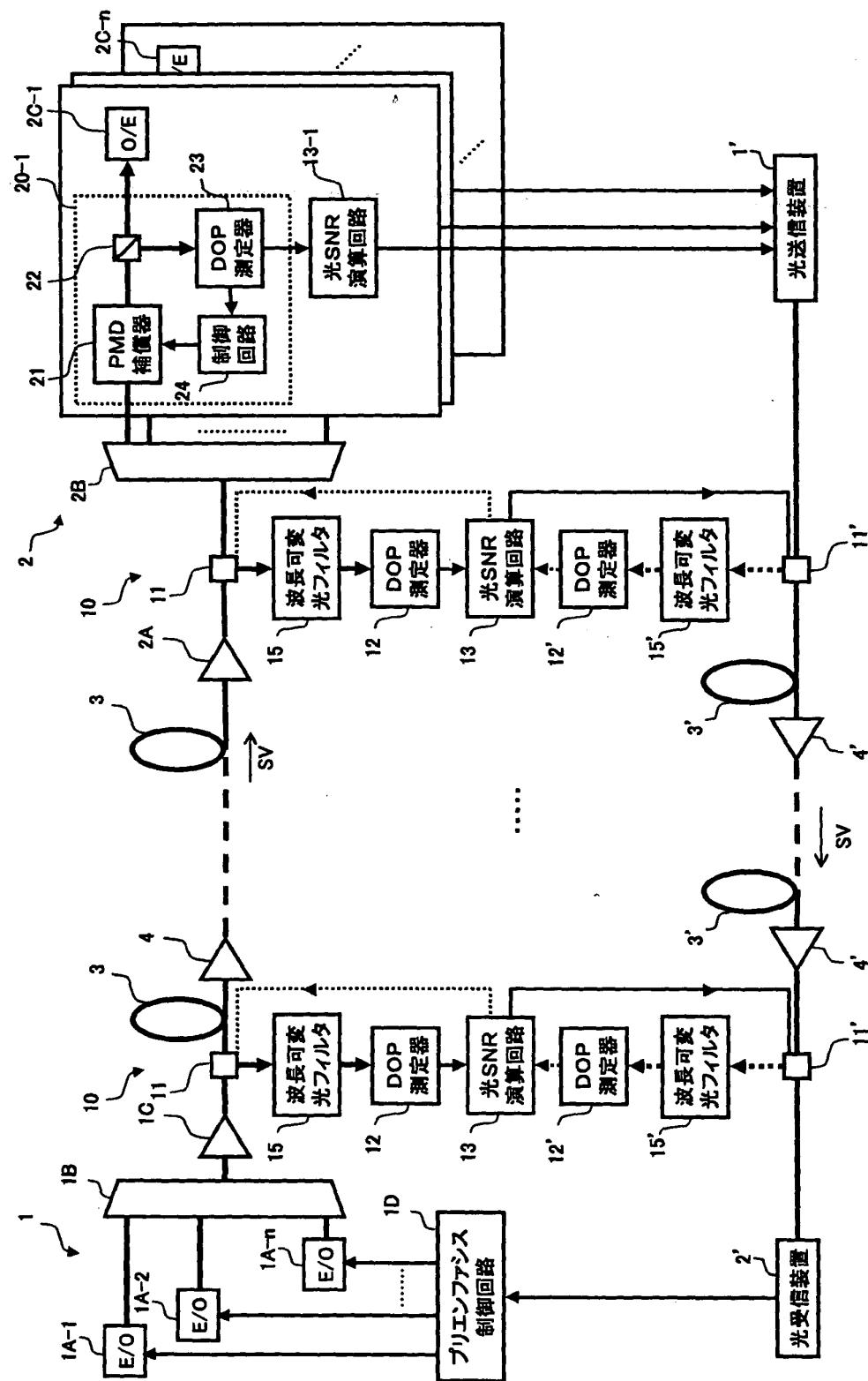
【図22】



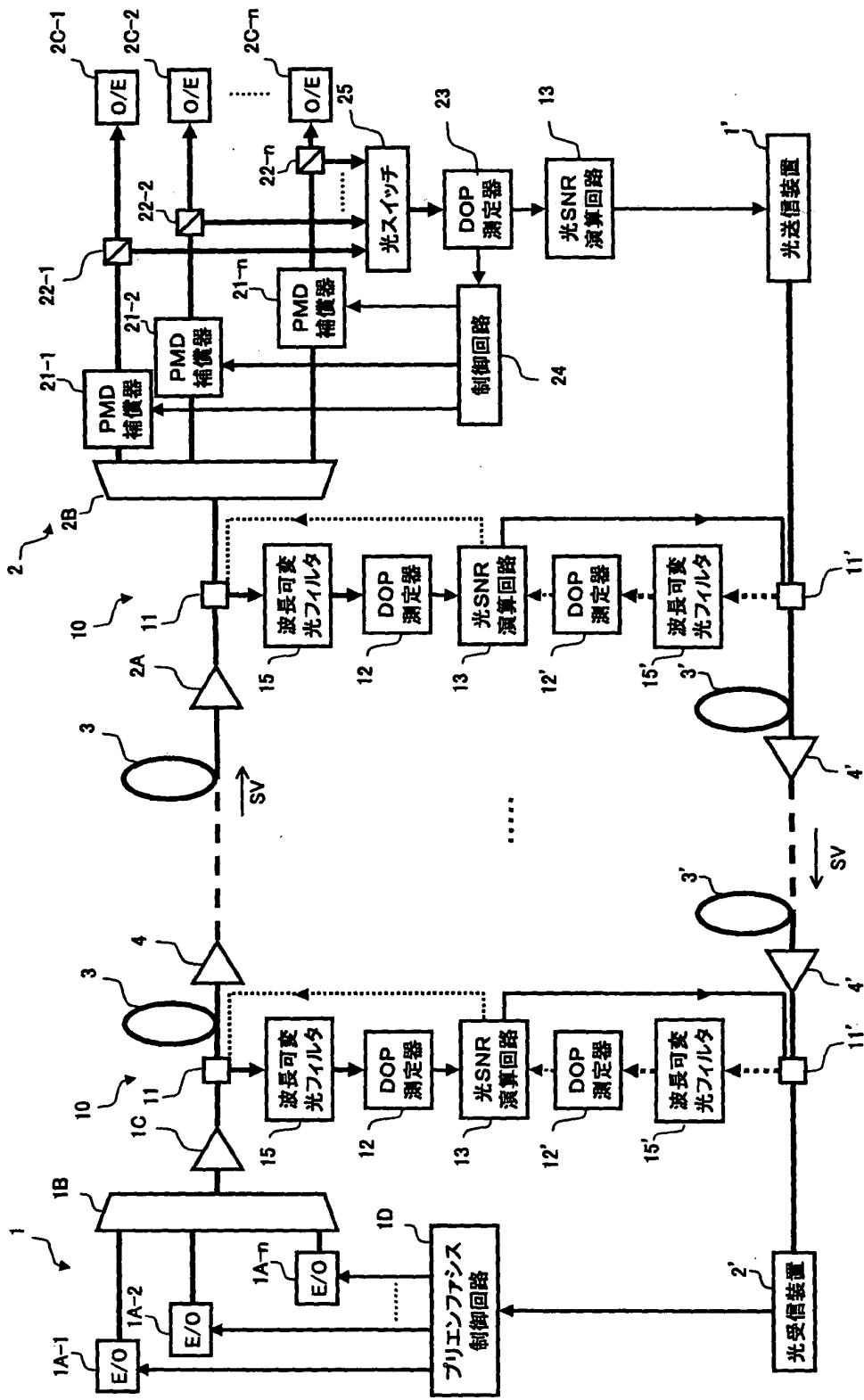
【図23】



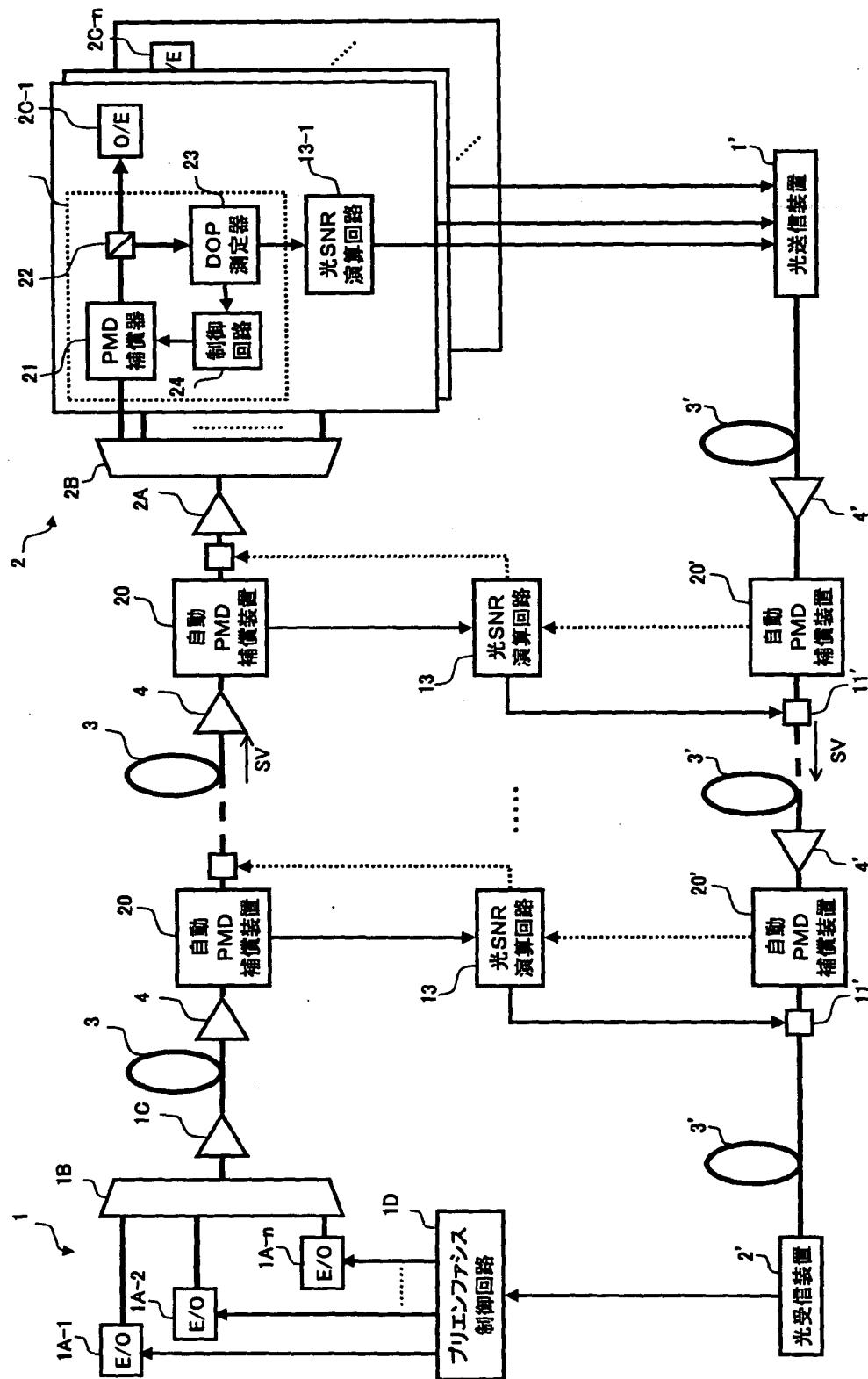
【図24】



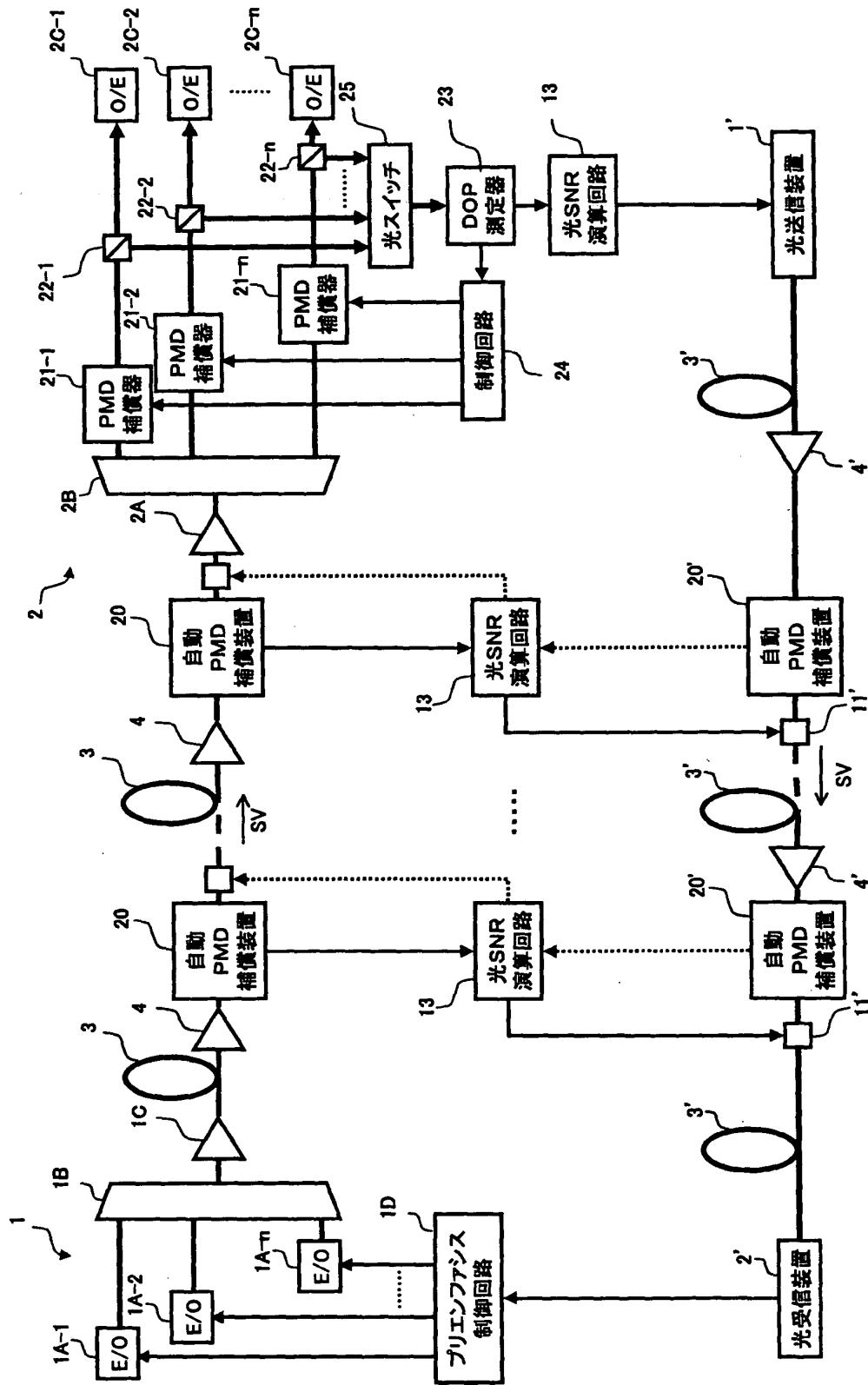
【図25】



【図26】



【図27】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】超高速な光伝送システムにおける光S N Rを高い精度で測定するこ
とのできるモニタ方法およびそれを用いた光伝送システムを提供する。

【解決手段】本発明のモニタ方法を適用した光伝送システムは、光送信装置
1から光伝送路3を介して光受信装置2に伝送される光信号の偏光度をD O P測
1で測定し、その偏光度の測定値に基づいて上記光信号の光S N Rを光S
N R演算回路13で判断することを特徴とする。

【選択図】図1

出願人履歴情報

識別番号 [000005223]

1. 変更年月日 1996年 3月26日

[変更理由] 住所変更

住 所 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
氏 名 富士通株式会社